

**MENDELOVA UNIVERZITA V BRNĚ
AGRONOMICKÁ FAKULTA**

DIPLOMOVÁ PRÁCE

BRNO 2016

VERONIKA VLKOVÁ

Mendelova univerzita v Brně
Agronomická fakulta
Ústav technologie potravin



**Agronomická
fakulta**

**Mendelova
univerzita
v Brně**



Kvalita oleje z hroznových zrníček
Diplomová práce

Vedoucí práce:
Ing. Viera Šottníková, Ph.D.

Vypracovala:
Bc. Veronika Vlková

Brno 2016

Zadání diplomové práce

ČESTNÉ PROHLÁŠENÍ

Prohlašuji, že jsem práci Alergeny v potravinách vypracoval/a samostatně a veškeré použité prameny a informace uvádím v seznamu použité literatury. Souhlasím, aby moje práce byla zveřejněna v souladu s § 47b zákona č. 111/1998 Sb., o vysokých školách ve znění pozdějších předpisů a v souladu s platnou *Směrnici o zveřejňování vysokoškolských závěrečných prací*.

Jsem si vědom/a, že se na moji práci vztahuje zákon č. 121/2000 Sb., autorský zákon, a že Mendelova univerzita v Brně má právo na uzavření licenční smlouvy a užití této práce jako školního díla podle § 60 odst. 1 autorského zákona.

Dále se zavazuji, že před sepsáním licenční smlouvy o využití díla jinou osobou (subjektem) si vyžádám písemné stanovisko univerzity, že předmětná licenční smlouva není v rozporu s oprávněnými zájmy univerzity, a zavazuji se uhradit případný příspěvek na úhradu nákladů spojených se vznikem díla, a to až do jejich skutečné výše.

V Brně dne:.....

.....
podpis

PODĚKOVÁNÍ

Ráda bych poděkovala své vedoucí diplomové práce Ing. Vieře Šottníkové, Ph.D. za metodické vedení, rady, cenné připomínky a hlavně čas, který mi vždy s ochotou věnovala. Dále bych chtěla poděkovat Ing. Miroslavu Jůzlovi, Ph.D. za pomoc s metodikou a vyhodnocením výsledků. Poděkování patří také Ing. Veronice Rozíkové, Ph.D. za metodické vedení a ochotu při řešení výsledků diplomové práce.

ABSTRAKT

Diplomová práce se věnuje metodám posuzující kvalitu hroznového oleje vystaveného několika různými teplotám po stanovenou dobu. Kvalita hroznového oleje je zde zároveň porovnávána i se slunečnicovým a olivovým olejem lisovanými za studena. V práci se kvalita a stálost olejů hodnotí pomocí sensorické analýzy, měření barvy na spektrofotometru, čísla kyselosti a stanovení mastných kyselin plynovou chromatografií. Z výsledků vyplývá, že stabilitu rostlinných olejů nejvíce ovlivnilo skladování na světle a při teplotě 22 °C. Číslo kyselosti, ani obsah mastných kyselin se v průběhu skladování výrazně nezměnily. Z výsledků sensorického hodnocení a spektrofotometrického měření barvy se zjistily některé změny během skladování. Nejméně stabilní se jevil hroznový olej 2014 a nejstabilnější slunečnicový olej.

Klíčová slova: hroznový olej, skladování, kvalita olejů, stabilita olejů, mastné kyseliny

ABSTRACT

The thesis deal with methods that provide quality of grape seed oil. The grape seed oil was placed at different temperatures for the specified period of time. The quality of grape seed oil was compared with cold-pressed sunflower oil and cold-pressed olive oil. The quality and stability of oils was assessed by using sensory analysis, spectrophotometric color measurement, acid value and determination of fatty acids by gas chromatography. The results indicate that the stability of vegetable oils was influenced by storage at 22 °C and light. The acid number and the content of fatty acids did not greatly change during storage. The results of sensory evaluation and spectrophotometric color measurement detected some changes during storage. Grape seed oil 2014 was the least stable and sunflower oil was the most stable.

Key words: grape seed oil, storage, quality of oil, stability of oil, fatty acids

OBSAH

1	ÚVOD	9
2	CÍL PRÁCE	10
3	LITERÁRNÍ PŘEHLED.....	11
3.1	Réva vinná.....	11
3.1.1	Morfologická stavba révy vinné.....	11
3.1.2	Morfologická stavba hroznu a bobule.....	12
3.1.3	Obsahové látky v semenech	14
3.1.3.1	Fenolické látky	14
3.1.3.2	Vitamin E	15
3.2	Hroznový olej.....	15
3.2.1	Výroba.....	15
3.2.1.1	Sklizení.....	17
3.2.1.2	Lisování.....	18
3.2.1.3	Matolina	18
3.2.1.4	Separace semen	19
3.2.1.5	Sušení semen.....	19
3.2.1.6	Extrakce	20
3.2.1.7	Lisování za studena	21
3.2.2	Složení.....	22
3.2.2.1	Mastné kyseliny	23
3.2.3	Využití a účinky na zdraví	24
3.2.4	Další druhy olejů.....	25
3.2.4.1	Olivový olej.....	25
3.2.4.2	Slunečnicový olej.....	26
3.2.4.3	Řepkový olej	27
3.2.4.4	Sójový olej	27
3.2.4.5	Neobvyklé rostlinné oleje	27
3.3	Vlastnosti tuků a olejů.....	28
3.3.1	Žluknutí	28
3.3.1.1	Oxidační žluknutí	28
3.3.1.2	Hydrolytické žluknutí.....	29
3.3.1.3	Ketonové žluknutí	29
3.3.1.4	Chuťová reverze.....	29

3.3.2	Ochrana olejů před žluknutím	30
3.4	Posouzení kvality tuků a olejů	30
3.4.1	Stanovení celkového tuku	30
3.4.2	Stanovení tukových charakteristik	31
3.4.3	Senzorická analýza olejů	32
3.5	Stanovení mastných kyselin plynovou chromatografií	33
3.5.1	Chromatografie	34
3.5.1.1	Plynová chromatografie	35
3.5.1.2	Kapalinová chromatografie	38
3.5.2	Další metody stanovení	41
4	MATERIÁL A METODIKA	42
4.1	Původ vzorků	42
4.2	Vzorky olejů	43
4.3	Senzorické hodnocení olejů	46
4.4	Měření barvy olejů	47
4.5	Stanovení čísla kyselosti	49
4.6	Stanovení mastných kyselin	49
4.6.1	Derivatizace	50
4.6.2	Plynová chromatografie	51
4.7	Statistické vyhodnocení	52
5	VÝSLEDKY A DISKUZE	53
5.1	Senzorická analýza	53
5.2	Spektrofotometrické měření barvy	62
5.3	Číslo kyselosti	67
5.4	Stanovení mastných kyselin plynovou chromatografií	69
5.5	Statistické vyhodnocení	74
5.5.1	Stanovení čísla kyselosti	74
5.5.2	Stanovení mastných kyselin	77
6	ZÁVĚR	84
7	LITERATURA	87
8	SEZNAM OBRÁZKŮ	92
9	SEZNAM TABULEK	94
10	SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK V TEXTU	95
11	PŘÍLOHY	96

1 ÚVOD

Rostlinné oleje jsou nezbytnou součástí jídelníčku každého člověka a jejich spotřeba u nás i ve světě neustále stoupá. Lidé se začínají více starat o své zdraví a s tím souvisí i výběr kvalitních potravin, které mají příznivý vliv na organismus člověka. Z tohoto důvodu jsou často živočišné tuky nahrazovány rostlinnými, které mají uplatnění jak ve studené, tak i teplé kuchyni. Všeobecně jsou tuky bohatým zdrojem energie. Existuje celá řada rostlinných olejů, které jsou pro konzumenty známé a často využívané. Jedná se například o řepkový olej, olej slunečnicový, olivový, sójový atd. Na trhu jsou však k dispozici i další zajímavé rostlinné oleje, které ještě nejsou tak známé a často se nevyužívají, ale pro své složení a pozitivní účinky na zdraví by si zasloužily více pozornosti. Do této skupiny rostlinných olejů patří olej z hroznových zrníček, neboli hroznový olej.

Hroznový olej se lisuje ze semen hroznů révy vinné, kde slouží jako zásobní látka. Semena vznikají jako odpadní produkt při výrobě vína. Olej se získává extrakcí nebo lisováním za studena. Procesem lisování za studena se zajistí uchování biologicky aktivních látek v oleji, na rozdíl od extrakce, během které se převážná část prospěšných látek ničí.

Olej z hroznových zrníček je bohatým zdrojem esenciálních mastných kyselin, tetrafenolů, antioxidantů a vitaminů. Vysoký podíl vitamínu E ho odlišuje od jiných rostlinných olejů. Má přímo blahodárné účinky na lidské zdraví, kdy slouží i jako prevence rakovinového bujení. Z tohoto důvodu se hojně využívá z medicínské oblasti, ale své uplatnění má také například v kosmetickém průmyslu. Nejvíce se však používá ve studené kuchyni, kde dodává chuť různým pokrmům, ale je možné na něm i smažit, jelikož má vysoký bod varu.

Kvalita hroznového oleje může být ovlivněna řadou faktorů. Jedná se například o způsob a délku skladování. Během skladování může být olej nechtěně vystaven přímému světlu nebo kyslíku. Tyto faktory pak negativně ovlivňují jeho kvalitu. Proto je nutné dbát na správný způsob jeho uskladnění.

V České republice není hroznový olej doposud moc rozšířený. Většina vinařství jej do své produkce stále nezahrnula. Může být k dostání buď u vinařů, nebo v různých prodejnách zdravé výživy.

2 CÍL PRÁCE

Cílem diplomové práce na téma „Kvalita oleje z hroznových zrníček“ bylo:

- napsat literární rešerši o rostlinných olejích (hroznový, olivový, slunečnicový atd.),
- zaměřit se na výrobu hroznového oleje,
- popsat možné vady rostlinných olejů,
- nastínit možné metody stanovení tuků a olejů,
- seznámit se s metodikou stanovení čísla kyselosti, mastných kyselin spektrofotometrickým měřením barvy a sensorickým hodnocením,
- provádět simulaci podmínek skladování oleje z hroznových zrníček v různých teplotních režimech v porovnání s běžně dostupnými rostlinnými oleji lisovanými za studena,
- u skladovaných olejů v pravidelných intervalech provést chemické a sensorické stanovení,
- naměřená data statisticky a graficky zpracovat a vyhodnotit,
- pro vypracování diplomové práce čerpat z ověřených cizojazyčných a českých zdrojů.

3 LITERÁRNÍ PŘEHLED

3.1 Réva vinná

3.1.1 Morfologická stavba révy vinné

Znát morfologickou stavbu a funkci jednotlivých částí keře révy vinné je nezbytné pro její pěstování. Révový keř se rozděluje na podzemní a nadzemní část. Podzemní část tvoří kořenový systém a nadzemní část se skládá z dřevnaté a zelené části.

Podzemní část zabezpečuje čtyři hlavní funkce, a to upevnění révového keře v půdě, ukládání zásobních látek, příjem živin a vody z půdy a tvorbu rostlinných hormonů. Kořenový systém tvoří kořeny hlavní, vedlejší a povrchové. Hlavní kořeny mohou dorůst délkou až několika metrů a slouží k ukotvení keře v půdě. Významnější jsou však vedlejší kořeny, na kterých vyrůstá velký objem kořenového vlášení. Vlášení zajišťuje příjem vody a živin z půdy. Povrchové kořeny vyrůstají těsně pod povrchem půdy a v případě potřeby se odstraňují. O kořenový systém je nutné pečovat tak, aby byl udržován požadovaný poměr mezi tenkými a silnými kořeny. Tím se zajistí, že se systémem bude vytvářet odpovídajícím způsobem.

Dřevnaté části slouží ke spojení kořenové soustavy s ostatními nadzemními částmi. V dřevě se vyskytují vodivá pletiva. Pletiva zajišťují transport živin od kořenů vzhůru a naopak a rozvádí asimiláty vytvořené v listech.

Zelenou část tvoří květ a květenství, listy a zálistky. Réva vinná má obvykle 1–3 květenství. Jedno květenství se skládá ze 100–300 květů, ale pouze z 20–50 % vyrostou bobule. Nachází se v uzlech na letorostu naproti listům. Květenstvím je lata. Jejich tvorba, velikost a délka závisí na odrůdě. Květenství a poté hrozny se tvoří ve dvouletém cyklu. Během prvního roku dochází k indukci, iniciaci květenství a počáteční diferenciaci. Ve druhém roce nastává diferenciaci, vlastní kvetení a tvorba plodů. Květ je poměrně malý, zelený a pětičetný. Většina odrůd révy vinné, které se pěstují, má květy oboupohlavné a samosprašné.

Listy jsou dalším důležitým živinovým orgánem. Odehrává se zde i dýchání a transpirace. Čepel listu je velká, na okraji zoubkovaná a většinou laločnatá (3–5 laloků). Zálistkům se často říká fazochy. Vyrůstají ze zálistkových oček v paždí listů. Na zálistcích se mohou vyvinout i dozrálé zálistkové hrozny, které je však potřeba odstranit, aby nezhoršovaly kvalitu sklizně.

3.1.2 Morfologická stavba hroznu a bobule

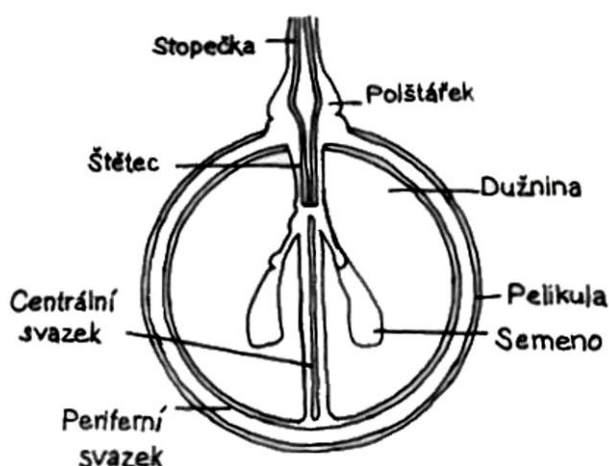
Réva vinná má dužnatý plod, je jím bobule. Jednotlivé bobule tvoří hrozen, který vzniká přeměnou květenství v souplodí. Hrozen se skládá ze stopky, třapiny a bobulí.

Bobuli tvoří oplodí, které obklopuje semena. Oplodí se dělí na slupku, dužninu a pletivo, které ohraničuje semena. Slupka je tvořena třemi vrstvami – kutikula, epidermis, hypodermis. Obsahuje značné množství sekundárních metabolitů, mezi které patří fenolické látky, taniny a aromatické látky. Dužnina představuje 75–85 % hmotnosti bobule. Obsahuje cukry, především glukózu a fruktózu, dále pak kyselinu vinnou a jablečnou, kyselinu fosforečnou a kationty. V bobuli se vyskytují v průměru 1–2 semena.



Obr. 1 Semena révy vinné – detail (BURG et al., 2013)

Semena mají ve zralém stavu hruškovitý tvar s prodlouženým zobáčkem. V zobáčku se nachází klíček, na opačné straně žlábek. Semena jsou většinou dlouhá 3–8 mm a široká 3–5 mm. Obsahují významné množství fenolických látek (PAVLOUŠEK, 2011). Morfologickou stavbu bobule ukazuje obr. 2.



Obr. 2 Morfologická stavba zralé bobule (MICHLOVSKÝ, 2014)

Podle barvy bobulí se rozdělují odrůdy – modré a bílé moštové odrůdy. Modrou až modrofialovou barvu mají bobule v důsledku toho, že obsahují antokyanová barviva. Z bobulí se vyrábí víno, ale jejich části jsou vhodné i pro jiná další využití, a to především díky jejich látkovému složení. Ze semen bobulí révy vinné se lisuje olej (BURG et al., 2014). V tab. 1 můžeme vidět chemické složení jednotlivých částí hroznu.

Tab. 1 Chemické složení jednotlivých částí hroznu v % (BURG et al., 2013)

		Třápina	Slupka	Semena	Dužnina
Zastoupení v hroznu (% hmotn.)		4–6	18–22	5–7	65–75
Voda		35,0–90,0	53,0–82,0	30,0–45,0	55,0–92,0
Mono-sacharidy	pentosy a pentosany	1,2–2,8	1,0–1,2	3,9–4,5	0,2–0,5
	hexosy	stopy	nepatrně	-	10,0–30,0
Sacharóza		-	-	-	do 1,5
Pektiny		0,7	0,9	-	0,1–0,3
Kyseliny		0,5–1,6	0,1–0,7	-	0,1–0,8
Třísloviny		1,3–3,1	0,01–2,1	1,8–5,0	stopy
Barviva		-	1,0–15,4	-	stopy
Enzymy		stopy	stopy	stopy	stopy
Vitamíny		stopy	stopy	stopy	stopy
N-látky		0,7–2,2	0,8–1,9	0,8–1,2	1,4–2,2
Aromatické látky		-	stopy	stopy	-
Oleje		-	1,5	10,0–20,0	-
Popeloviny		6,0–10,0	2,0–3,7	2,0–5,0	0,1–1,1

3.1.3 Obsahové látky v semenech

Semena révy vinné se skládají z oleje a celé řady biologicky aktivních látek. Obsahují také cukry, bílkoviny, minerální látky a celulózu. Biologicky aktivní látky jsou látky, které i v nízkých koncentracích ovlivňují životní pochody. Životní pochody ovlivňují pozitivně, ale i negativně. Jde o látky izolované z přírodních zdrojů a svou strukturou se jedna od druhé může výrazně lišit (LACHMAN et al., 2009).

3.1.3.1 Fenolické látky

Fenoly se vyskytují prakticky ve všech potravinách. Je to heterogenní skupina sloučenin, z nichž některé se uplatňují jako vonné látky, chuťové látky nebo přírodní barviva. Některé fenoly mají výrazné biologické účinky a řadí se mezi přírodní antioxidanty, přirozené toxické složky potravin a také mezi obranné látky rostlin. Fenoly vyskytující se v potravinách představují buď primární složky některých silic, nebo vznikají jako sekundární aromatické látky při zpracování potravin (VELÍŠEK, 1999). Fenolické látky, nacházející se v semenech hroznů mohou být užitečné v potravinářském průmyslu, kde v potravinách zpomalují oxidaci lipidů (SCHEVEY, BREWER, 2015).

Polyhydroxylované fenoly se nazývají polyfenoly. Ve své struktuře obsahují aromatické jádro, které nese jednu nebo více hydroxylových skupin, včetně jejich funkčních derivátů (YU, AHMEDNA, 2013). Během zrání bobule jejich množství v semenech klesá. Z výzkumů vyplývá, že chlazení, zmrazování, běžné kuchyňské úpravy a pasterace potravin rostlinného původu pravděpodobně nemají vliv na obsah biologicky aktivních forem polyfenolů (ZLOCH, 2013).

Semena bobulí révy vinné se řadí mezi významné zdroje polyfenolických látek. Polyfenolické látky se rozdělují do pěti základních skupin: kyselina fenolkarboxylová, flavonoly, flavan-3-oly, proantokyanidy a antokyanidy. Nutriční specialisté v poslední době těmto látkám věnují značnou pozornost. Jejich příjem v potravě má souvislost se snížením civilizačních chorob, mezi které patří rakovina a kardiovaskulární choroby (STRÁLKOVÁ et al., 2014).

Flavan-3-oly vyskytující se v semenech polymerizují do podoby taninů. Vytváří hořkou chuť a vykazují vyšší reaktivitu než taniny, které se vyskytují ve slupce. Kondenzované taniny jsou proantokyanidy. Jde o oligomery a polymery flavonoidů se strukturou flavan-3-olu a při vyšších teplotách nejsou stabilní. Jejich množství v extraktech ze semen se odvíjí od jemnosti mletí vzorku, přičemž hrubě namleté vzory

obsahují nejvíce proantokyanidů. Mezi nejvýznamnější flavonoly patří kvercetin. Je to žluté barvivo, které blahodárně působí na lidské zdraví. Je dobré se zmínit i o polyfenolu resveratrolu, který patří do skupiny stilbenů. Díky jeho antimikrobiálním, antioxidačním, kardioprotektivním a antikarcinogenním účinkům se v poslední době provádí různé studie. Jeho obsah je však vyšší ve slupce (BURG et al., 2014). Současné studie ukázaly, že existují značné rozdíly v obsahu oleje, mastných kyselin a tokoferolů v semenech hroznů mezi jednotlivými genotypy (SABIR, UNVER, KARA, 2012).

3.1.3.2 Vitamin E

Semena obsahují i značné množství vitamínu E. Základní strukturu látek, které vykazují aktivitu vitamínu E, tvoří tokol a tokotrienol. Obsahují chromanový cyklus s nasyceným nebo nenasyceným isoprenoidním postranním řetězcem o šestnácti atomech uhlíku. Formy vitamínu E, které mají nasycený terpenoidní postranní řetězec odvozený od tokolu, se označují jako tokoferoly. Formy s nenasyceným postranním řetězcem odvozené od tokotrienolu se nazývají tokotrienoly. Vitamin E je lipofilní antioxidant a slouží k prevenci kardiovaskulárních chorob (VELÍŠEK, 1999). Ze studií, které sledovaly účinky antioxidantů, vyplývá, že extrakty ze semen hroznů a granátového jablka měly lepší antioxidační účinky než syntetické antioxidanty (SCHEVEY, BREWER, 2015).

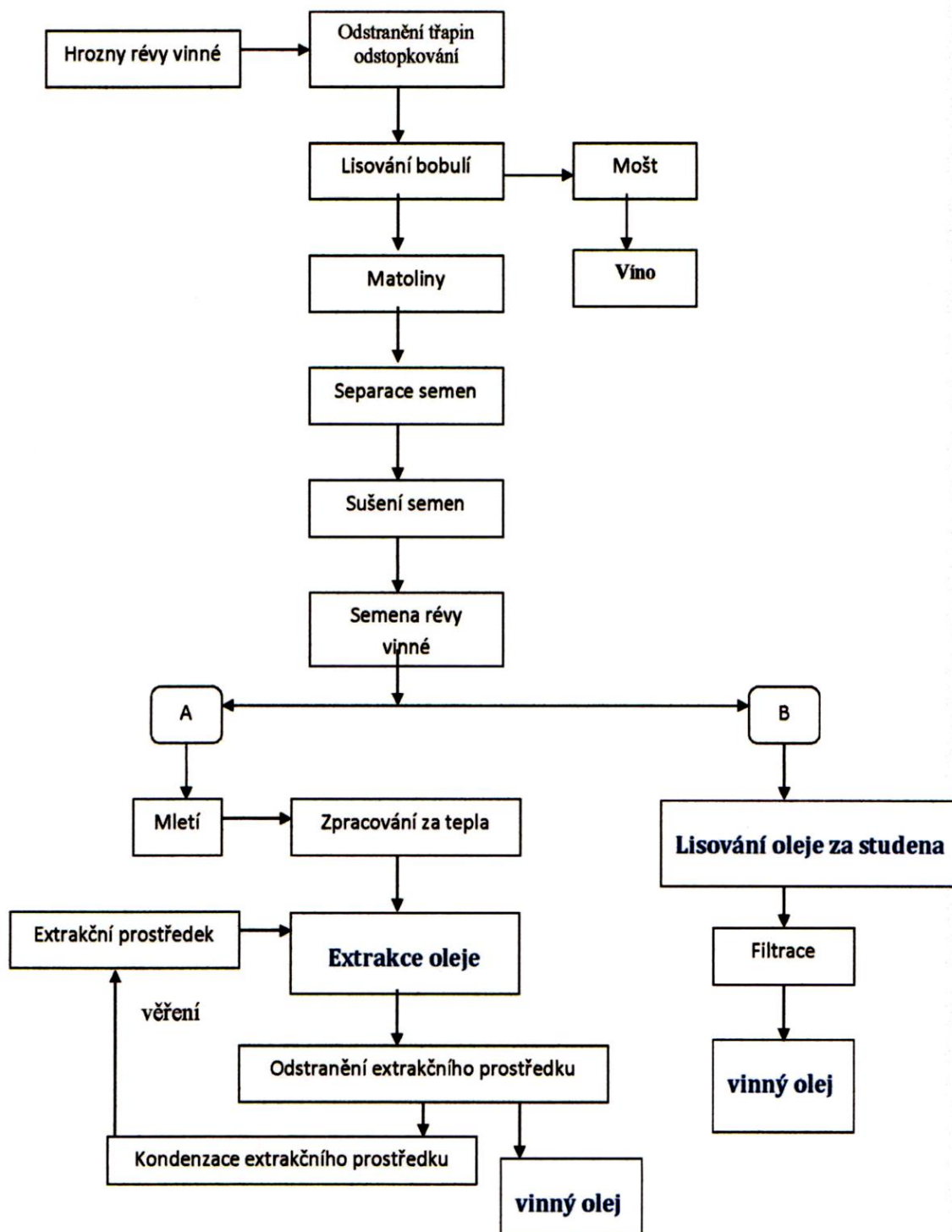
3.2 Hroznový olej

Olej z hroznových zrníček představuje inovativní výrobek, jehož výroba může vinařskému provozu přinášet řadu ekonomických i ekologických výhod. Dosavadním problémem v realizaci výroby tohoto oleje jsou však omezené technické možnosti pro sestavení výrobní linky, která musí zajistit separaci, sušení a lisování semen. Samotný charakter výrobku má často negativní vliv na účinnost separace. Po procesu lisování jsou jednotlivá semena stlačena mezi slupkami bobulí. Průběh separace je navíc časově omezen s ohledem na riziko rychlé mikrobiální kontaminace (BURG et al., 2014).

3.2.1 Výroba

Hroznová zrníčka jsou jedním z odpadních produktů vznikajících při výrobě vína. V závislosti na kultivaru obsahují suchá semena mezi 7 a 14 % celkového obsahu tuku. Olej se skládá převážně z kyseliny linolové, jejíž obsah se pohybuje v rozmezí od 69 do

73 % z celkového obsahu mastných kyselin. Hladina kyseliny linolenové je velmi nízká, zatímco obsah kyseliny olejové se pohybuje v rozmezí od 16 do 20 % (VANHANEN, SAVAGE, 2000). Výroba hroznového oleje je popsána na obr. 3.



Obr. 3 Schéma výroby oleje z hroznových zrníček (BURG et al., 2014)

Kompletní využití hroznů, včetně pokrutin, které vznikají jako vedlejší produkt při výrobě vína, je z ekologického hlediska důležitým aspektem při snižování odpadů (BAIL et al., 2008). Na výrobu jednoho litru hroznového oleje se spotřebuje zhruba 50 kg hroznových jader, což je v přepočtu asi 500 kg hroznů (IBURG, 2004). Olej ze semen révy vinné lze získat extrakcí nebo lisováním za studena, pokud chceme zachovat maximum biologicky aktivních látek (BURG et al., 2014).

Abychom získali vysoce kvalitní hroznový olej s charakteristickou vůní, chutí a obsahem fenolických látek, je třeba provést rychlé sušení výlisků. V opačném případě mohou kvalitu oleje ovlivnit různé mikroorganismy, které pak naruší vyváženou chuť a vůni (BAIL et al., 2008). V oblasti ekonomiky produkce oleje získaného z hroznových zrníček hraje důležitou roli znalost olejnatosti semen jednotlivých odrůd révy vinné a faktorů, které ji ovlivňují. Ukázalo se, že odrůdy s delším časovým obdobím mezi rašením oček révy a zaměkáním bobulí vykazovaly vyšší zastoupení oleje v semenech (SKALA, STRÁLKOVÁ, PIVEC, 2012). Kvalitativní a kvantitativní hodnocení složení hroznových jadérek odrůd révy vinné pěstovaných na území České republiky se řešilo ve studii, ve které se zjistilo, že nejvyšší potenciál pro produkci oleje z hroznových jadérek prokázala odrůda „Pinot noir“ (Rulandské modré) s 11,3 g oleje na kilogram hroznů (SKALA et al., 2014).

3.2.1.1 Sklizeň

Sklizeň hroznů je poslední pracovní operace prováděná ve vinici v aktuálním vegetačním období. Kvalitu hroznů nejvíce ovlivňuje rychlost a způsob provedení sklizně a také zdravotní stav hroznů. Hrozny lze sklízet několika způsoby, a to buď ručně, částečně mechanizovaně nebo plně mechanizovaným způsobem. Sklízí se například do plastových beden, traktorových přívěsů, sklízecích van se šnekovým dopravníkem, polních lisů atd. Veškeré nádoby a zařízení využívané při sklizni musí být čisté a vyrobené z vhodného materiálu. Nejšetrnějším způsobem je ruční sklizeň do plastových beden. V tomto případě se však musí zvládnout náročnější logistika.

Během přepravy hroznů ke zpracování je vhodné jejich ochlazování. Moderní vinařství mají k dispozici třídící stoly. Ty oddělují rostlinné zbytky od zdravých hroznů, které se mohou během sklizně dostat do beden (PAVLOUŠEK, 2011).



Obr. 4 Ruční sklizeň hroznů (HÁJEK, 2006)

3.2.1.2 Lisování

Před vlastním lisování se hrozny zbavují třapin. Tento proces se nazývá odstopkování. Pokud se třapiny neodstraní, mohou se z nich uvolňovat hrubé tříslloviny a „zelené nezralé“ tóny (PAVLOUŠEK, BUREŠOVÁ, 2015). K odstopkování slouží speciální elektrické mlýnky, tzv. odzrňovače, kdy dochází zároveň k lisování bobulí a odstranění třapin. Při lisování dochází k oddělení moštu od matolin. Probíhá v lisech různé velikosti (HÁJEK, 2006).

3.2.1.3 Matolina

Získaná matolina představuje druhotný biotický odpad. V současné době se uplatňuje technologie pro výrobu matolinového vína, separaci semen pro získávání oleje nebo výrobu krmiv pro hospodářská zvířata. Vyrábí se z ní také komposty a energeticky využitelné produkty. Matolina obsahuje semena, zbytky a úlomky třapin, slupky vylisovaných bobulí. Podíl semen se pohybuje v rozmezí 14–30 %. Během posledních let jsou ověřovány principy separace semen z matoliny (BURG et al., 2013).



Obr. 5 Matolina (BURG et al., 2013)

3.2.1.4 Separace semen

Pro separaci semen se používají pneumatické odlučovače, vibrační a flotační separátory. Provádí se separace suchou nebo mokrou cestou. V prvním případě se mohou semena separovat pomocí poloválcových statických sít, válcových rotačních sít a rovinných vibračních sít.

Poloválcová statická síta se skládají z násypky, poloválcového síta, šneku, pohonu a záchytných nádob nebo dopravníků. Dochází buď k pohybu jader působením odstředivé síly od lopatek šneku k vnitřnímu povrchu síta, nebo k roztírání posouvané směsi slupek a semen přes síto (pasírování).

Válcová rotační síta se u zrnitých materiálů využívají velmi často. Směs se nepřetržitě pohybuje vlivem tření, unášení a skluzu po vnitřním povrchu síta. Separovaná frakce se dostává přes kalibrované otvory.

Principem rovinných vibračních sít je plynulý posuvný pohyb vrstvy materiálu po rovinné ploše síta. Semena malých rozměrů propadávají přes otvory v síti o kalibrované velikosti a slupky a větší příměsi putují zadní částí síta ven. Následně se propadlá semena rozdělí na dalším síti s ještě menšími otvory na dvě frakce. První frakce je tvořena semeny, postupuje po síti a shromažďuje se ve sběrné nádobě. Druhá frakce obsahuje úlomky semen a zbytky slupek s menšími rozměry než jsou otvory síta a propadávají. Otvory mají kruhový nebo obdélníkový tvar. Z experimentálních měření vyplývá, že z hlediska účinnosti separace, jsou rovinná vibrační síta nejvhodnější.

Separace semen mokrou cestou probíhá na principu flotace. Využívá rozdílu měrných hmotností jednotlivých frakcí ve směsi k jejich separaci. Jednotlivé frakce směsi, které tvoří matolinu, mají odlišnou měrnou hmotnost. Po krátké době semena vyplují na vodní hladinu a většina slupek se ve vodě buď vznáší, nebo postupně sedimentuje u dna. Flotace probíhá cyklicky. Semena, která se dostanou na hladinu, jsou pomocí čerpadla s vodou odčerpána a postupují na šikmé síto. Na síti se oddělí pevné frakce a voda se vrací opět do oběhu. Z experimentálních měření se ukázalo, že účinnost flotace není příliš uspokojivá a navíc se spotřebuje velké množství vody (BURG et al., 2013).

3.2.1.5 Sušení semen

Sušení semen je důležitou pracovní operací, jelikož nedostatečně vysušená semena podléhají mikrobiální zkáze. Semena se suší několika způsoby, a to pomocí skříňové a ko-

morové sušárny, bubnové, stolové nebo pásové sušárny. Skříňové a komorové sušárny pracují na podobném principu, liší se pouze velikostí. Semena jsou umístěna v uzavřeném prostoru, do něhož se přivádí sušící vzduch. Jakmile je celý proces sušení dokončen, vysušený materiál se vytáhne ze sušárny a celý cyklus se opakuje. Vzhledem k diskontinuálnímu provozu je tento způsob sušení vhodný i pro menší množství sušeného materiálu.

Materiál sušený v bubnových sušárnách se pohybuje uvnitř mírně nakloněného válcového bubnu, který se otáčí. Uvnitř bubnu se nachází lopatky a přihrádky zajišťující přesypávání a obracení semen. Sušení probíhá pomocí horkého vzduchu, a to protiproudě i souproudě.

Stolové sušárny jsou určeny pro sušení tenkých vrstev materiálu. Jsou napojené na přírodní kanál teplého vzduchu a pracují opět cyklicky. Rovinnou pracovní plochu tvoří síto nebo hustý rošt pokrytý prodyšnou vrstvou. Po skončení procesu se usušený materiál shrne do sběrného zásobníku. Dobu sušení může zkrátit mechanické promísení vrstvy.

Pásové sušárny pracují na principu perforovaného pásu, který prochází sušící komorou v uzavřeném prostoru nebo sestupně. V prvním případě jde o jednopásové sušárny, ve druhém o vícepásové. Na konci pásu materiál přepadává na pásy uložené níže. Pod nimi se nachází vyhřívací tělesa na přehřívání vzduchu. Rychlost jednotlivých pásů můžeme měnit, čímž se ovlivní výkonnost a doba sušení (BURG et al., 2013).

3.2.1.6 Extrakce

Extrakce je separační metoda. Složky ze směsi látek pevné nebo kapalné fáze přechází do jiné kapalné fáze. Dochází k přestupu rozpustné složky do roztoku, čímž vzniká miscela a odtud se následně oddělí odstraněním rozpouštědla (BURG et al., 2014). Mezi nejběžnější způsoby extrakce oleje z hroznových jader patří tlakové systémy, extrakce organickým rozpouštědlem, extrakce vodou, enzymatická hydrolýza (v kombinaci s výše uvedenými metodami) a superkritická CO₂ extrakce (RUBIO, ALVAREZ-ORTI, PARDO, 2009). V případě metody extrakce rozpouštědlem se po provedení extrakce z miscely oddestiluje n-hexan a získáme tak surový olej (BURG et al., 2014). Zjistilo se, že při extrakci rozpouštědlem je vhodné provést enzymatické předčištění od 2 do 4 g na 100 g semen, které výrazně zlepší některé fyzikálně-chemické parametry kvality oleje (DA PORTO, DECORTI, NATOLINO, 2013).

Pro potravinářské a krmivářské účely se hroznový olej získaný extrakcí příliš nevyužívá, neboť při chemické extrakci dochází k rozkladu cenných biologicky aktivních látek obsažených v oleji. Metodu extrakce lze v praxi využít pro získávání oleje z hroznových zrníček s nižšími nároky na kvalitu, například jako olej určený pro masážní účely, olej pro aromaterapii atd. Extrakci lze také kombinovat s metodou lisování za studena, kdy dochází k vylisování oleje ze semen přímo a vzniklé pokrutiny se následně extrahují po jejich jemném rozemletí (BURG et al., 2014).

3.2.1.7 Lisování za studena

Při lisování za studena se pro získávání oleje ze semen využívá tlak. Podle velikosti použitého tlaku rozeznáváme předlisy, kdy se pracuje s tlakem o výši 5–16 MPa a doliisy s hodnotou použitého tlaku až 40 MPa. Obsah tuku v pokrutinách klesá na 8–9 %. Lisování se provádí pomocí šnekových lisů. Základní součástí lisu je šnekovice, která tvoří zdroj tlaku. Tyto součásti jsou navléknuty na dutou hřídel, kde prochází chladicí voda. Další součástí lisu je síto.

Množství zbytkového oleje se odvíjí od výše použitého tlaku. Předlisování se provádí u surovin, které jsou bohaté na olej nebo při získávání oleje špičkové kvality. Doliisováním se sníží obsah zbytkového oleje pod 5 %. Množství získaného oleje závisí na druhu olejniny a způsobu její případné předúpravy. Množství vylisovaného oleje ovlivňují také technologické podmínky lisování. Jedná se především o rychlost lisování, tlak lisování a teplotu lisování. Před tím, než se zvolí vhodné lisovací zařízení pro získávání oleje z hroznových zrníček, musí se nejprve stanovit předpokládané množství zpracovávaných jader. Na základě této hodnoty se vybere takový lis, jehož výkonnost splní očekávaný cíl. Výtěžnost hroznového oleje získaného z révy vinné a s tím spojenou ekonomiku provozu lisovacího zařízení ovlivňuje také odlišnost v olejnatosti jednotlivých odrůd révy vinné, včetně lišících se rozměrů semen, velikosti a tvrdosti. Nejdůležitější faktorem je však vlhkost jader, které se využívají jako výchozí surovina pro výrobu oleje a obsah nečistot vstupujících spolu se semeny do lisu.

Některé oleje se také čistí. Tento technologický proces se nazývá rafinace. Zaměřuje se na eliminaci nežádoucích látek ve vylisovaném oleji (bílkoviny, volné mastné kyseliny, barviva nebo jiné slizovité látky). Účelem rafinace je úprava vlastností oleje tak, aby byl vhodný k lidské spotřebě. Dochází ke změně chuti a pachu surového oleje

na olej čirý, světlý a chuťově a pachově neutrální. U hroznového oleje a dalších olejů lisovaných za studena se ovšem rafinace neprovádí (BURG et al., 2014).

3.2.2 Složení

Olej získaný ze semen hroznů révy vinné je velmi ceněnou surovinou, a to především pro své příznivé dietetické hodnoty. Má vysoký obsah esenciálních mastných kyselin, tetrafenolů, antioxidantů a vitaminů (BURG et al., 2013). Mezi nejvýznamnější lipofilní antioxidanty oleje patří tokoly, které zahrnují tokoferoly a tokotrienoly. Z toho vyplývá, že hroznový olej je bohatým zdrojem cenných forem vitaminu E a jeho vysoký podíl ho výrazně odlišuje od jiných rostlinných olejů. Stabilita tokotrienolů a tokoferolů může být ovlivněna různými faktory. Jedná se především o teplotu, přísun světla, kyslíku, obsah vody, aktivitu vody, oxidaci lipidů atd. Studie dokazují, že z hlediska zastoupení fenolických látek, vitaminu E a mastných kyselin jsou oleje vyprodukované ze semen hroznů pocházející z České republiky srovnatelné s oleji původem z výrazně teplejších podnebných pásů (BURG et al., 2014).

Složení rostlinných olejů tvoří směs triacylglycerolů mastných kyselin. Alkoholická složka je trojsytný alkohol glycerol (HÁJEK et al., 1998). Celkový obsah mastných kyselin tvoří z 90 % nenasyčené mastné kyseliny, zastoupení nasycených mastných kyselin je nízké (BURG et al., 2013). Přehled mastných kyselin vyskytujících se v hroznovém oleji můžeme vidět v tab. 2.

Tab. 2 Obsah mastných kyselin v hroznovém oleji (BURG et al., 2013)

Mastné kyseliny v oleji ze semen révy vinné	Obsah (% hmotn.)
Kyselina linoleová	0,1–0,7
Kyselina linolová	65–78
Kyselina olejová	12–28
Kyselina palmitolejová	0,1–0,5
Kyselina stearová	3–6
Kyselina palmitová	5–11

Výsledky výzkumů prováděných Výzkumnou stanicí vinařskou Karlštejn ukázaly, že průměrný obsah oleje v semenech odrůd révy vinné z roku 2011 a 2012 byl

11,60 +/- 0,33 g na 100 g sušiny semen. Ve všech analyzovaných semenech se z mastných kyselin nejhojněji vyskytovala kyselina linolová, a to v rozmezí 68,10 g až 78,18 g na 100 g oleje. Kyselina linolenová byla přítomna pouze v malých stopových množstvích v rozmezí od 0,29 g do 0,77 g na 100 g oleje (LACHMAN et al., 2015).

3.2.2.1 Mastné kyseliny

Mastné kyseliny jsou hydrouhlíkaté řetězce, které na svých koncích obsahují karboxylové a metylové skupiny. Liší se délkou řetězců, stupněm nasycení a částečně i podle původu tuku. Tuky v potravě mohou být rostlinného nebo živočišného původu (SVAČINA et al., 2008).

Mastné kyseliny jsou důležité stavební jednotky mnohých lipidů. Všechny organismy jsou schopné je syntetizovat. Ve vyšších rostlinách a živočiších jsou přítomné zejména mastné kyseliny s dlouhým řetězcem o 16 nebo 18 uhlících. Ty, které se vyskytují přirozeně, mají většinou sudý počet uhlíkových atomů.

Rozdělují se na nasycené a nenasycené mastné kyseliny. Nasycené neobsahují žádnou dvojnou vazbu. Nenasycené mají jednu nebo více dvojných vazeb. Mohou se vyskytovat v cis nebo trans konformaci, ale v přirozeně se vyskytujících lipidech je obvyklá cis forma. Rozdělují se také podle délky řetězce na mastné kyseliny s krátkým řetězcem (C_3 – C_6), se středně dlouhým řetězcem (C_8 – C_{10}), dlouhým řetězcem (C_{12} – C_{18}) a s velmi dlouhým řetězcem ($>C_{18}$). Mastné kyseliny, které si tělo nedokáže samo vytvořit, musíme přijímat potravou. Nazývají se esenciální mastné kyseliny a jedná se o kyselinu arachidonovou, linolovou a linolenovou (KOOLMAN, RÖHM, 2012).

Základní rozdělení mastných kyselin (VRÁNOVÁ, 2013):

1. **Nasycené (SFA)** – mohou mít negativní vliv na krevní tuky
2. **Nenasycené (UFA)**
 - a) monoenové (MUFA) – mají schopnost snižovat celkový i LDL cholesterol, hlavním zástupcem je kyselina olejová
 - b) polyenové (PUFA) – vyznačují se pozitivním vlivem na krevní tuky:
 - polyenové mastné kyseliny řady n-3 – nejvýznamnějším zástupcem je kyselina linolenová, v organismu se mění na kyselinu eikosapentaenovou (EPA) a kyselinu dokosahexaenovou (DHA), jsou schopné snižovat celkový cholesterol i triacylglyceroly

- polyenové mastné kyseliny řady n-6 – za hlavního zástupce se považuje kyselina linolová
- c) trans-nenasycené (TFA) – jejich negativní vliv na krevní tuky je mnohonásobně horší než u mastných kyselin, podílejí se na rozvoji obezity a diabetu 2. typu a byly popsány další nepříznivé účinky

Převážná většina nasycených mastných kyselin, které se nachází v potravě, jsou živočišného původu. Jejich uhlíkový řetězec se skládá z 8–18 atomů. Představují zdroj energie a jsou také důležitou strukturální součástí buněčných membrán. Lidské tělo je schopné nasycené mastné kyseliny syntetizovat. Mezi hlavní zástupce patří kyselina stearová, palmitová, myristová, laurylová, kapronová a kaprylová (SVAČINA et al., 2008).

Nenasycené mastné kyseliny se rozdělují na mononenasycené a polynenasycené. Mononenasycené mají jednu dvojnou vazbu. Bohatým zdrojem těchto mastných kyselin jsou převážně rostlinné oleje. Jejich příjem z potravy je důležitý. Zajišťují správnou strukturu buněčných membrán, především myelinu v nervových tkáních. Nejvýznamnější mononenasycenou mastnou kyselinou je kyselina olejová.

Polynenasycené mastné kyseliny mají více dvojných vazeb. Jednu z vazeb mohou mít lokalizovanou na třetím uhlíku z metylového konce (n-3) nebo na šestém uhlíku z metylového konce (n-6). Jejich nedostatek v těle způsobuje poruchy růstu a neurologická onemocnění. Zdroje polynenasycených mastných kyselin jsou také některé rostlinné oleje a tučné ryby. Za optimální poměr n-6 a n-3 kyselin se považuje poměr 1–1,5:1. Vysoký poměr v potravě způsobuje riziko kardiovaskulárních onemocnění (SVAČINA et al., 2008).

3.2.3 Využití a účinky na zdraví

Hroznový olej je bohatým zdrojem antioxidantů, které lze použít v potravinářském průmyslu pro své blahodárné účinky na zdraví (BERRADRE et al., 2014). Ve středověku ho lidé využívali jako léčivý prostředek. Kromě rafinovaného a extrahovaného oleje z hroznových zrníček se stále rozšiřuje výroba lisováním za studena (IBURG, 2004). Výsledky studií naznačují, že je vhodnější konzumovat panenský hroznový olej místo rafinovaného, jelikož je lepším zdrojem biologicky aktivních látek a má vyšší stabilitu při zahřátí (ASSUMPCAO, 2014).

Pro olej je charakteristická nazelenalá barva. Ve srovnání s rafinovaným olejem, který má neutrální chuť a vůni, panenský olej se vyznačuje příjemnou vínovou a ovocnou vůní. V tomto případě je však důležitá kvalita použité suroviny pro výrobu oleje (MATTHAUS, 2008). Rafinovaný olej i lisovaný za studena se využívá především ve studené kuchyni, ale je možné na něm i smažit, jelikož má vysoký bod varu. Skvělou kombinací tvoří s listovým salátem, tvarohem nebo masem.

Používá se také v kosmetickém průmyslu, a to díky významnému obsahu prokyanidinu. Při jeho používání můžeme sledovat zlepšení struktury vrchních vrstev pokožky a lépe hojí drobné popáleniny a oděrky (IBURG, 2004). Je oblíbený i ve wellness oblasti jako masážní, koupelový a pleťový olej s výbornými hydratačními a regeneračními účinky (BURG et al., 2013).

Mezi přednosti oleje patří již zmiňované blahodárné účinky na lidské zdraví. Pozitivně působí na pohybový aparát, oběhový systém, snižuje hladinu cholesterolu v krvi a slouží jako prevence rakovinového bujení (SKALA, STŘALKOVÁ, PIVEC, 2012). Studie prováděné na zvířecích modelech ukázaly, že hroznový olej má i antidiabetické účinky (LAI et al., 2014). Tyto účinky potvrdily i studie, které byly prováděny u žen trpících nadváhou a u obézních žen, kterým se během diety po dobu osmi týdnů podával hroznový olej a sledoval se jejich účinek na inzulínovou rezistenci a zánětlivá onemocnění. Zjistilo se, že konzumace hroznového oleje má pozitivní vliv na zánětlivá onemocnění a inzulínovou rezistenci (IRANDOOST, EBRAHIMI-MAMEGHANI, PIROUZPANAH, 2013). Kromě těchto příznivých účinků se prokázalo, že používání oleje při ústní hygieně může sloužit jako prevence paradentózy (FURIGA, LONVAUD-FUNEL, BADET, 2009). Využití má proto i v medicínské oblasti (BURG et al., 2013).

3.2.4 Další druhy olejů

Rostlinné oleje jsou nezbytnou součástí vyvážené stravy člověka. Poptávka po olejích neustále stoupá. V dnešní době si můžeme vybírat z celé řady druhů olejů. Mezi jednotlivými stolními oleji jsou mnohdy značné rozdíly (IBURG, 2004).

3.2.4.1 Olivový olej

Olivový olej se získává z oliv. Olivy se svážejí do mlýnů a následuje jejich opracování, které zahrnuje opláchnutí a odstranění listů a zbytků větviček. Po opracování se provádí

semletí, kdy je potřeba narušit rostlinné tkáně, a to tak, aby se zamezilo kažení oliv. Proces výroby pokračuje drcením a následnou extrakcí v lisech nebo odstředěním. V poslední fázi se získaný olej stáčí a uskladňuje. Tímto procesem získáme extra panenský olivový olej. Vyrábí se i tzv. lampantové oleje, které vznikají smícháním extra panenského a rafinovaného olivového oleje. Rafinovaný olivový olej se získává rafinací olejů extra panenských. Dochází k chemické filtraci. Rozdíl mezi nimi poznáme hlavně v chuti. Výroba oleje trvá zhruba tři měsíce. Získaný olej se uchovává v kuželovitých nádržích v temných sklepech.

Je prospěšný pro lidské zdraví, zejména díky jeho antioxidačním vlastnostem. Pomáhá také v boji proti cholesterolu a vysokému krevnímu tlaku, žaludečním vředům, zlepšuje trávení a metabolické funkce organismu. Využívá se i v kosmetickém průmyslu pro přípravu pleťových krémů a masek.

Extra panenský olivový olej se používá ve studené kuchyni do salátů, zálivek a předkrmů. Na olivovém oleji, který je směsí rafinovaného a panenského oleje se může dusit, smažit a péct. Olej by se měl uchovávat v temnu při pokojové teplotě (BLAHOVÁ, 2011).

3.2.4.2 Slunečnicový olej

Slunečnicový olej se získává ze semen slunečnice. Po dozrání se slunečnice sklídí, z květu se uvolní zrníčka a ty se následně suší. Usušená semena se lisují, a to buď se slupkou, nebo se semena loupou. Olej získaný lisováním semen se slupkou může mít při pokojové teplotě zákal (IBURG, 2004).

Rafinovaný olej je světle žlutý a je podobný jiným olejům. Má výraznou, pro někoho ne zcela příjemnou chuť a zápach, které se snadno odstraní dezodorizací. Surový olej obsahuje některé fosfatidy a slizovitou hmotu. Tradičně se slunečnicový olej chemicky rafinuje, ale v některých případech se provádí fyzikální rafinace. Fyzikální rafinace přináší řadu výhod, a to například nižší náklady s menším dopadem na životní prostředí. Slunečnicový olej se v Evropě často využívá jako komponent do pomazánek z důvodu vysokého obsahu kyseliny linolové a absence linolenové kyseliny. Používá se hlavně k dušení, smažení a pečení. Může se využívat i ve studené kuchyni (O'BRIEN, 2004).

3.2.4.3 Řepkový olej

Řepkový olej se vyrábí drcením rostlinného materiálu, obvykle semen řepky olejky. Pro řepku jsou charakteristické malé lusky, ve kterých je uloženo velké množství malých černohnědých semen. V době sklizně se řepka seče a následně mlátí (IBURG, 2004). Semena se lisují a drcený materiál se následně extrahuje rozpouštědlem, nejčastěji se jedná o hexan, čímž se získá zbytek oleje.

Řepkový olej se obecně řadí mezi "zdravé" olej, jelikož obsahuje pouze malé množství nasycených mastných kyselin a má vysoký podíl mononenasycených a polyneenasycených mastných kyselin. Kromě toho, také obsahuje významné množství fytoosterolů, které snižují vstřebávání cholesterolu do těla a zároveň tak snižuje riziko srdečních onemocnění. Může posilovat imunitní systém (CROSBY, 2015). Představuje surovinu vhodnou ke smažení, i fritování, pečení, dušení a marinování. Využití má i ve studené kuchyni. Přidává se do různých omáček, zálivek nebo se používá při nakládání zeleniny. Uchovávat by se měl v temnu a při pokojové teplotě nebo v lednici (IBURG, 2004).

3.2.4.4 Sójový olej

Sójový olej se získává ze sójových bobů, které se pěstují v několika zemích světa. Sójové boby se původně pěstovaly ve východní Asii. Je to velice všestranný olej, pokud jde o jeho zpracování a složení (O'BRIEN, 2004). Sójové boby se nachází v luscích, lusky obsahují zpravidla 2–4 boby. Po sklizni dochází k sušení bobů, které se potom šetrně rozdrtí a extrahuje se olej. Prodává se zejména rafinovaný sójový olej, ale existují i lisované za studena.

Je zdroje esenciálních mastných kyselin a fosfatidů. Nejznámějším fosfatidem je lecitin, který má omlazující účinky proti stárnutí a pomáhá rychleji regenerovat po tělesné námaze. Může se využívat při pečení, smažení, dušení, marinování, do omáček a zálivek. Je třeba ho skladovat v temnu a při pokojové teplotě (IBURG, 2004).

3.2.4.5 Neobvyklé rostlinné oleje

Na trhu je k dispozici celá řada dalších druhů olejů, které se však tak často nevyužívají. I tyto oleje se vyznačují specifickými vlastnostmi a mohou mít příznivý účinek na naše zdraví. Jedná se například o olej lněný, olej z kukuřičných klíčků, avokádový, kmínový,

konopný, rakytníkový, brutnákový, saflorový, sezamový, macadamiový, mandlový atd. (IBURG, 2004).

3.3 Vlastnosti tuků a olejů

Potravinářské tuky jsou směsí triacylglycerolů s malým množstvím monoacylglycerolů a diacylglycerolů a obsahují do 1 % doprovodných látek. Jedná se o steroly aj. terpenoidy, s malým množstvím lipofilních vitaminů, uhlovodíků, stop fosfolipidů a dalších sloučenin. Jsou málo rozpustné v alkoholu a nerozpustné ve vodě. Mají různé body tání a tuhnutí. Jejich vlastnosti nejvíce ovlivňuje složení mastných kyselin. Oleje jsou viskózní kapaliny (VELÍŠEK, HAJŠLOVÁ, 2009).

3.3.1 Žluknutí

Pokud dochází ke žluknutí tuků, znamená to, že se tuk z důsledku přestárnutí nebo nevhodného skladování změní po chemické stránce, což vyvolá chuťové a pachové změny. Může se jednat o oxidační, hydrolytické a ketonové procesy (IBURG, 2004).

Pokročilá stádia žluknutí v tucích nebo olejích jsou lidé schopni detekovat pomocí čichu. Důkaz o tom, že je olej žluklý, poskytuje ostře štiplavý zápach v kombinaci se zatuchlými zápachy. Hlavní příčinou těchto pachutí je oxidace nebo hydrolýza. K tvorbě pachutí přispívají faktory, jako je teplota, světlo, vlhkost, kovy a kyslík (O'BRIEN, 2004).

3.3.1.1 Oxidační žluknutí

Při oxidačním žluknutí dochází k oxidaci dvojných vazeb nenasycených mastných kyselin, zejména kyseliny linolové a linolenové. Oxidace může probíhat dvojím způsobem, a to buď jako autooxidace adicí vzdušného kyslíku, nebo jako oxidace katalyzovaná enzymy lipoxygenasami. Vznikající hydroperoxy se štěpí za tvorby karboxylových kyselin, aldehydů a ketonů. Tyto produkty žluknutí mají negativní vliv na sensorické vlastnosti olejů a jsou i zdravotně nežádoucí (KALAČ, 1999).

U nenasycených mastných kyselin se vodík odštěpuje poměrně snadno. Nejsnadněji se vodík odštěpuje z dienových a trienových mastných kyselin. Počet dvojných vazeb se nemění, ale dvojná vazba se zpravidla posune o jeden atom uhlíku buď ke karboxyly, nebo ke koncovému methylu.

Autooxidace uhlovodíkového řetězce mastných kyselin a jiných uhlovodíků je radikálová řetězová reakce, která probíhá ve třech stupních. Prvním stupněm je iniciační reakce, kdy dochází ke vzniku volného radikálu vodíku a volného radikálu mastných kyselin homolytickým štěpením kovalentní vazby C-H uhlovodíkového řetězce. Druhým stupněm reakce je propagace. Volný radikál mastné kyseliny se sloučí s molekulou kyslíku a vzniká peroxidový radikál. Ten odštěpí atom vodíku z další molekuly nenasyčené mastné kyseliny a vznikne hydroperoxid. Třetím stádiem autooxidace je terminace. Spojením dvou volných radikálů se tvoří neradikálový poměrně stabilní produkt, který reakční řetězec ukončí (VELÍŠEK, HAJŠLOVÁ, 2009).

3.3.1.2 Hydrolytické žluknutí

Při hydrolyze tuků se uvolňují mastné kyseliny, které u většiny tuků nezpůsobí žluknutí. Jsou totiž smyslově nepostřehnutelné. Výjimku tvoří tuky obsahující mastné kyseliny s kratším uhlíkovým řetězcem obsahujícím čtyři až deset uhlíků (VELÍŠEK, HAJŠLOVÁ, 2009). Hydrolytické žluknutí katalyzují enzymy lipasy. Hydrolyzu tuků katalyzují v potravinách s dostatečným obsahem vody. Zdrojem enzymů mohou být i mikroorganismy. Jedná se především o plísňe. Tyto enzymy způsobují hořkou, mýdlovou pachutí výrobků (KALÁČ, 1999).

3.3.1.3 Ketonové žluknutí

S ketonovým, neboli parfémových žluknutím, se můžeme setkat zejména u másla. V tomto případě jde o nežádoucí děj. Mikrobiální činností se rozkládají nižší mastné kyseliny. Produktem celé reakce jsou methylketony, které mohou mít specifickou parfémovou, ovocnou nebo květinovou příchutí. Tato příchutí nemusí být nepříjemná, avšak pro jedlé tuky je netypická (VELÍŠEK, HAJŠLOVÁ, 2009).

3.3.1.4 Chut'ová reverze

Dalším nežádoucím dějem probíhajícím hlavně u olejů, které obsahují kyselinu linolenovou, je chuťová reverze. Projevuje se v době, kdy obsah hydroperoxidů mastných kyselin v olejích je poměrně malý. Rozkladem hydroperoxidů vznikají různé sloučeniny, které v potravinách vyvolávají pach po trávě nebo fazolích. Oleje, u kterých jsme tuto vadu zjistili, můžeme upravit rafinací, jelikož rafinace nepříjemný pach odstraňuje (VELÍŠEK, HAJŠLOVÁ, 2009).

3.3.2 Ochrana olejů před žluknutím

Pokud chceme zabránit žluknutí, musíme zvolit vhodné podmínky zpracování a skladování. Je důležité dodržovat určité zásady. Mezi tyto zásady patří přidavek antioxidantů, omezení styku tuku se vzdušným kyslíkem nebo snížení skladovací teploty, kdy pokles o 10 °C zpomalí rychlost žluknutí až dvakrát. Dále bychom měli tuk vystavovat vysokým teplotám po co nejkratší dobu a omezit iniciační vliv ultrafialového záření skladováním ve tmě či v obalu nepropustném pro světlo. Je také nezbytné omezit kontaminaci potravin stopovým množstvím kovů (KALÁČ, 1999).

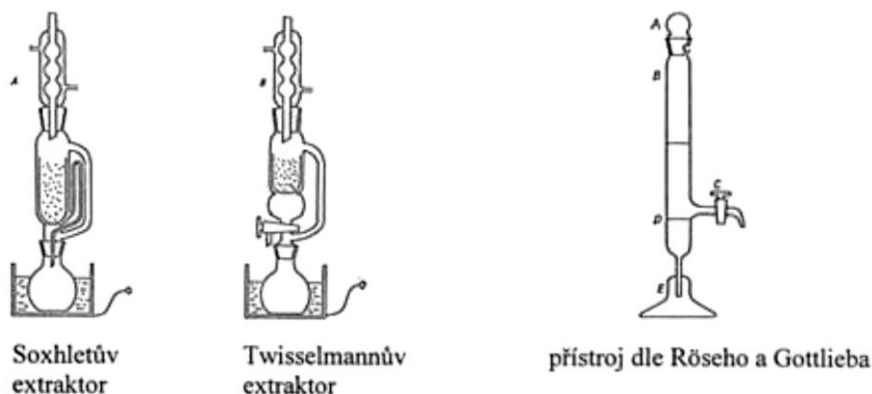
3.4 Posouzení kvality tuků a olejů

Kvalita tuků a olejů se často hodnotí chemickými, fyzikálními, případně sensorickými metodami. V případě chemických metod se často stanovují tuková čísla. Jsou důležité z hlediska smyslového, nutričního a technologického hodnocení lipidů (KUBÁŇ a KUBÁŇ, 2007).

3.4.1 Stanovení celkového tuku

K izolaci neutrálních lipidů se používá extrakce nepolárním rozpouštědlem. Nepolárním rozpouštědlem může být například petrolether, diethylether nebo hexan. Polární lipidy se izolují za pomoci polárnějších rozpouštědel, jako je například acetonitril nebo methanol. Nejjednodušší extrakce spočívá v prostém vytřepávání rozmělněného vzorku v extrakčním rozpouštědle v dělicí nálevce. Je důležité držet se pravidla, které říká, že je potřeba použít polárnějších rozpouštědel při získání polárních analytů a naopak. Nezbytným krokem je homogenizace vzorku, kdy se vzorek rozmělní. Zvětší se tak povrch vzorku a také velikost fázového rozhraní. Tím se napomáhá k efektivnějšímu kontaktu tuhé látky s kapalinou. Nerozpustná část vzorku v rozpouštědle se musí oddělit filtrací nebo centrifugací a získáme tak izolovaný tuk (HELÁN, 2005).

Alternativou provedení extrakce může být extrakce tuhé vzorku v extrakční patroně kondenzátorem par rozpouštědla, tzv. Soxhletův nebo Twisselmannův extraktor. Dále existuje extrakce varem v rozpouštědle s následným promýváním kondenzátem rozpouštědla (zařízení Soxtec), extrakce tuhé vzorku v uzavřené nádobě velkým přebytkem rozpouštědla, například při metodě podle Folche, a extrakce kapalina-kapalina v uzavřené nádobě, např. v přístroji pro extrakci podle Röseho a Gottlieba.



Obr. 6 Jednotlivé druhy extrakce (KOPLÍK, 2007)

Pro stanovení celkového tuku v olejninách se využívá především metoda podle Soxhleta. Spočívá v extrakci rozemletého a vysušeného vzorku hexanem, petroletherem nebo diethyletherem v Soxhletově nebo Twisselmannově extraktoru po dobu 4–6 hodin. Z extraktu ve varné baňce se odpaří rozpouštědlo (vakuová odparka, sušárna 103 °C) a odparek se zváží (KOPLÍK, 2007).

3.4.2 Stanovení tukových charakteristik

Chemické složení a jakost tuků se posuzuje podle několika ukazatelů. Jedná se o tzv. tukové konstanty. Nejběžnější z nich jsou číslo kyselosti, peroxidové číslo, jódové číslo, esterové číslo a číslo zmýdelnění.

Číslo kyselosti se vyjadřuje jako množství KOH v mg, které je potřebné k neutralizaci volných mastných kyselin v gramu tuku (NIELSEN, 2010). Jeho hodnota se v čerstvém kvalitním tuku pohybuje od desetin až po jednotky. Pokud tyto hodnoty vzrůstají, znamená to, že u tuků proběhlo hlubší oxidační žluknutí nebo je to výsledek činnosti lipas.

Peroxidové číslo je mírou čerstvosti nebo žluklosti. Vyjadřuje obsah peroxidů vázaných v tucích. Udává počet molů $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ na 1000 g tuku, což souvisí s postupem analytického stanovení peroxidů. Hodnoty peroxidového čísla u potravních tuků se pohybují od desetin až po jednotky.

Jódové číslo udává množství jódu v gramech, které je schopné se za určitých podmínek adovat na dvojně vazby ve 100 g tuku. Vyjadřuje míru nenasycenosti MK zastoupených v tucích. Hodnota jódového čísla se vyjadřuje v % a u různých potravních tuků se liší (KALÁČ, 1999).

Číslo zmydelnění vyjadřuje počet miligramů KOH potřebných pro neutralizaci mastných kyselin v 1 g tuku. Poskytuje informace o obsahu mastných kyselin v tucích. Čím delší má MK uhlíkový řetězec, tím menší množství se při hydrolýze uvolní na gram tuku. Číslo zmydelnění je považováno také jako míra průměrné molekulové hmotnosti všech přítomných mastných kyselin. Mastné kyseliny s dlouhým uhlíkovým řetězcem, které se vyskytují v tucích, mají nízkou hodnotu zmydelnění, jelikož mají relativně malý počet karboxylových funkčních skupin na jednotku hmotnosti tuku. Jejich molekulová hmotnost je proto vysoká (vlab.amrita.edu).

Esterové číslo vyjadřuje počet miligramů KOH potřebných k hydrolýze esterů mastných kyselin v 1 g tuku. Slouží jako ukazatel obsahu esterově vázaných mastných kyselin (KOPLÍK, 2007). Získáme ho také odečtením čísla kyselosti od čísla zmydelnění (KASTURE et al., 2007).

Kromě těchto charakteristik se stanovuje také číslo rhodanové, dienové, thiobarbiturové, p-anisidinové, acetylové, Polanského číslo a Richterovo-Weiselovo číslo (KUBÁŇ a KUBÁŇ, 2007).

3.4.3 Senzorická analýza olejů

Pro senzorickou analýzu existuje celá řada metod. Vhodná metoda se volí podle toho, za jakým účelem se senzorické hodnocení provádí. Můžeme zjišťovat rozdíl v jakosti výrobku, třídit výrobky do jakostních tříd nebo hodnotit celkovou kvalitu výrobku (KUBÁŇ a KUBÁŇ, 2007).

Smyslové hodnocení se provádí v souladu s danými pravidly, a to v degustační místnosti, za použití řízených podmínek, aby se minimalizovalo riziko vnějších vlivů, které by mohly negativně ovlivnit hodnocení. Výsledkem hodnocení je protokol, který obsahuje zhodnocené pozitivní i negativní vlastnosti daného oleje. Sběr výsledků a statistického zpracování musí být standardizován. Bylo prokázáno, že existuje optimální doba pro vnímání vůně a chuti v průběhu dne. Nejvhodnější doba pro ochutnávání oleje je ráno. V tuto dobu jsou čichové a chuťové receptory nejcitlivější, zatímco později během dne po konzumaci dalšího jídla toto vnímání klesá. Proto se doporučuje provést senzorickou analýzu dopoledne mezi desátou až dvanáctou hodinou (MUZZALUPO, PELLEGRINO, PERRI, 2012).

Vzorky určené pro senzorickou analýzu podléhají přísným hygienickým pravidlům při odběru a skladování. Skladovat se musí v takových podmínkách, aby se ne-

změnil charakter výrobku, například mikrobiálním napadením. Zejména vzorky, které obsahují tuk, mohou absorbovat cizí pachy, proto se musí zamezit styku s jinými potravinami. Vzorek se hodnotí při laboratorní teplotě a je nutné podat vždy dostatečné množství dle potřeby.

Nejvhodnější nádobou pro hodnocení rostlinných olejů jsou malé skleničky z čirého skla. Je důležité si připravit i vhodné neutralizátory chuti. Nejčastěji se volí destilát nebo lze použít i kousek pečiva. Při samotné senzorycké analýze by měl být zohledněn počet vzorků. Optimálně se hodnotí tři až čtyři vzorky. Jako první by se měly předkládat oleje s jemnější chutí a poté oleje s výraznější chutí (BLAHOVÁ, 2011). Nejdříve se zhodnotí barva a celkový vzhled výrobku. Barva se posuzuje v dopadajícím světle a v procházejícím světle. Sleduje se i zákal výrobku proti tmavému pozadí (INGR, POKORNÝ, VALENTOVÁ, 2007).

Po zhodnocení barvy se čichem zhodnotí vůně a následně se posoudí chuť. Ochutnává se malé množství oleje. Intenzita vnímání čtyř hlavních chutí, a to sladké, slané, hořké a kyselé, se liší v závislosti na oblasti jazyka a patra. Proto je důležité, aby se olej dostal do všech částí dutiny ústní, od přední části úst, přes obě strany jazyka až po zadní část úst (MUZZALUPO, PELLEGRINO, PERRI, 2012). Při degustaci by se měly vzorky polykat, jelikož až po dokonalém spolknutí dojde k vnímání některé chuťové noty (INGR, POKORNÝ, VALENTOVÁ, 2007).

3.5 Stanovení mastných kyselin plynovou chromatografií

Zastoupení mastných kyselin v olejích se stanovuje pomocí plynové nebo kapalinové chromatografie. Kapalinovou chromatografií se zastoupení mastných kyselin zjistí přímo, při využití plynové chromatografie se mastné kyseliny musí převést na methylestery. Při přípravě methylesterů se provede esterifikace methanolem v přítomnosti katalyzátorů (BF_3 , HCl , H_2SO_4) a následně musí proběhnout var s kyselinou sírovou v bezvodém methanolu při 105–110 °C po dobu 18–24 hodin v zatavené zkumavce bez předchozího zmýdelnění. Methylestery mastných kyselin se připravují také transesterifikací methoxidem sodným (KUBÁŇ a KUBÁŇ, 2007).

3.5.1 Chromatografie

Chromatografie je separační metoda. Dochází při ní k separaci složek ze vzorku. Díky chromatografii lze provést kvalitativní i kvantitativní analýzu vzorku. Vzorek se nanáší mezi dvě nemísitelné fáze – stacionární a mobilní. Mobilní fáze je pohyblivá a stacionární nepohyblivá. Vzorek umístěný na začátku stacionární fáze je unášen mobilní fází. Stacionární fáze pak může zachycovat jednotlivé složky procházejícího vzorku. Tím se složky separují.

Vzhledem k tomu, že existuje velké množství chromatografických metod, rozdělují se podle několika hledisek do určitých skupin:

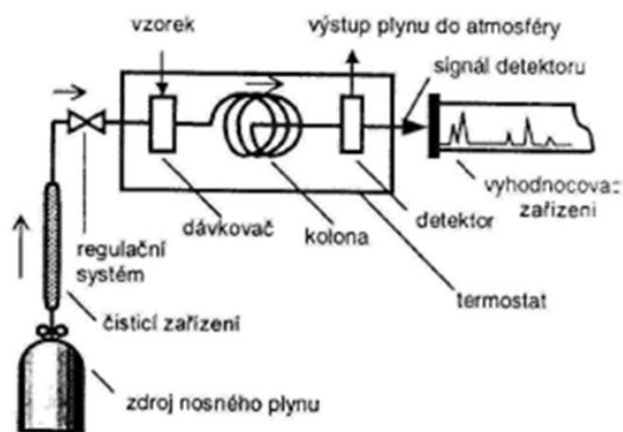
- **Dle skupenství mobilní fáze:**
 - Plynová chromatografie – mobilní fáze je plyn
 - Kapalinová chromatografie – mobilní fáze je kapalina
- **Dle uspořádání stacionární fáze:**
 - Kolonová chromatografie – umístění stacionární fáze je v trubici
 - Plošné techniky:
 - Tenkovrstvá chromatografie – stacionární fáze je chromatografický papír
 - Papírová chromatografie – stacionární fáze je umístěna na pevném podkladu
- **Dle povahy děje, který převládá při separaci:**
 - Adsorbční chromatografie – rozhoduje různá schopnost látek absorbovat se na povrch stacionární fáze
 - Gelová chromatografie – separace složek podle velikosti v pórovitém gelu
 - Rozdělovací chromatografie – složky se separují dle odlišné rozpustnosti ve stacionární fázi
 - Afinitní chromatografie – vazba složek, které mají afinitu ke stacionární fázi
 - Iontově-výměnná chromatografie – rozhodují různě velké elektrostatické přitažlivé síly mezi ionty vzorku a funkčními skupinami stacionární fáze (KLOUDA, 2003)

3.5.1.1 Plynová chromatografie

Plynová chromatografie je kolonová technika, ve které je mobilní fází nosný plyn a stacionární fází imobilizovaná kapalina nebo pevná fáze. Vzorek se dávkuje do proudu nosného plynu a plyn jej unáší kolonou. V koloně dochází k separaci složek podle jejich různé schopnosti poutat se na stacionární fázi. Složky, které opouští kolonu, zachycuje detektor. Signál z detektoru se vyhodnotí a podle intenzity signálu se určí druh a kvantitativní zastoupení složek (NIELSEN, 2010).

Aby mohl být vzorek transportován kolonou, musí být přeměněn na plyn. Z tohoto důvodu lze separovat pouze látky, které mají dostatečný tlak syté páry, jsou tepelně stabilní a mají relativní molekulovou hmotnost menší než 1000. Plynová chromatografie není vhodná pro separaci makromolekul, organických a anorganických solí.

Plynový chromatograf



Obr. 7 Schéma plynového chromatografu (KLOUDA, 2003)

Nosný plyn

Zdrojem nosného plynu je tlaková láhev, která obsahuje vodík, helium, dusík nebo argon. Je potřeba si zvolit druh plynu podle druhu kolony a detektoru. Nosný plyn se volí také podle inertního chování vůči složkám. Další částí je čistící zařízení, které zbavuje nosný plyn nežádoucích nečistot a vlhkosti.

Dávkovač

Aby byl zajištěn stálý nebo měnící se průtok plynu, je zapotřebí regulační systém. Vzorek se dávkuje do proudu nosného plynu pomocí dávkovače. Pro zavedení vzorku

se používají injekční stříkačky, jde o nástřik vzorku. Můžeme provést nástřik do kolony nebo nástřik pomocí děliče toku, anebo nástřik bez děliče toku (KLOUDA, 2003).

Kolony

Další částí chromatografu je kolona. Je zde umístěna stacionární fáze a dochází k separaci složek. Kolony mohou být buď kapilární, nebo náplňové. Kapilární kolony se vyrábí většinou z křemene a kapiláru obaluje polyimidová, dále pak z kovu nebo křemene potaženým hliníkem. Nosičem stacionární fáze jsou vnitřní stěny kolon. Jejich délka se pohybuje od 5 do 10 m, vnitřní průměr od 0,1 až 0,75 mm. Větší průměr kolony umožňuje pojmout více vzorků. S rostoucím vnitřním průměrem a tloušťkou stacionární fáze se však účinnost separace snižuje. Kapilární kolony pro GC jsou:

- **WCOT** (Wall-Coated Open Tubular) – na vnitřní straně kapiláry kapalný polymer
- **SCOT** (Support-Coated Open Tubular) – kapalný polymer zakotvený na nosiči na vnitřní straně kapiláry
- **PLOT** (Porous-Layer Open Tubular) – adsorbent zachycený na kapiláře chemickou vazbou

Náplňové kolony pro GC se vyrábí z oceli, mědi nebo skla. Jsou to trubice dlouhé 0,6–10 m s vnitřním průměrem 2–5 mm, naplněné sorbentem nebo nosiči pokrytými kapalnou fází. Nosiče bývají například na bázi křemeliny. Náplňové kolony mají vyšší kapacitu nebo kapilární (RIDDELLOVÁ, 2011).

Detektory

Látky jsou detekovány pomocí detektoru a signál z detektoru zpracovává vyhodnocovací zařízení. Detektor sleduje vlastnost plynu vycházející z kolony, která závisí na koncentraci a druhu složek. Musí být dostatečně citlivý. Nejvíce se používá detektor tepelně-vodivostní, plamenový ionizační a detektor elektronového záhytu.

Pro tepelně-vodivostní detektor (Thermal Conductivity Detector – TCD) je charakteristické vlákno žhavené stálým elektrickým proudem, přes které proudí nosný plyn a ochlazuje ho na určitou teplotu. V přítomnosti složky se změní tepelná vodivost prostředí kolem žhaveného vlákna, a tím jeho teplota a elektrický odpor. Tepelně-vodivostní detektor je méně citlivý a detekční limity se pohybují v mikrogramech analytu.

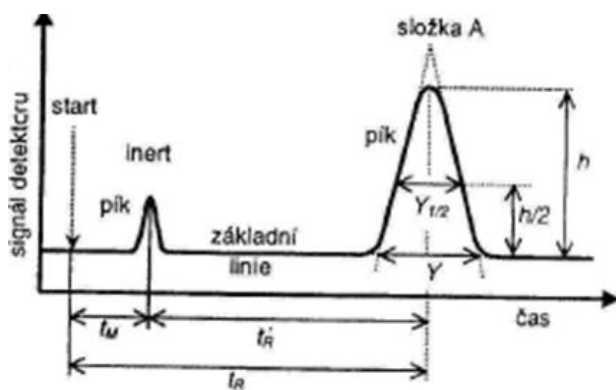
Plamenový ionizační detektor (Flame Ionization Detector – FID) pracuje na principu ionizace molekul plynu v kyslíkovodíkovém plamenu. Molekuly plynu vedou ionizační proud mezi elektrodami. Před vstupem do hořáku se nosný plyn mísí s vodíkem. Pokud je přítomna složka, zvýší se ionizace a zvětší se elektrický proud. Tento detektor je velmi citlivý a detekční limity jsou v pikogramech analytu.

Radioaktivní zářič ^{63}Ni detektoru elektronového záchyty (Electron Capture Detector – ECD) svým zářením β ionizuje molekuly nosného plynu a vytváří ionizační proud. Ionizační proud snižují elektrony, které se uvolňují a zachycují elektronegativní atomy složek. Detektor je velice citlivý, především pro halogenové sloučeniny a zachycuje 10^{-12} mol analytu.

Dalšími detektory mohou být například plamenový ionizační detektor s alkalickým kovem (AFID), bezplamenový ionizační detektor (TID), fotoionizační detektor (PID) atd. Velký význam má spojení plynového chromatografu s hmotnostním spektrometrem. V hmotnostním spektrometru jsou ionty analyzovány pomocí kvadrupólového analyzátoru. Toto spojení je nepostradatelné v případě, kdy se provádí identifikace neznámých složek směsí. Pro každou složku se získá hmotnostní spektrum, které se porovnává s knihovnou spekter v počítači a tím lze složku identifikovat.

Vyhodnocovací zařízení zakresluje chromatografickou křivku (chromatogram). Na obr. 8 můžeme vidět chromatogram při eluční metodě pro vzorek složený z inertu a složky A, kdy písmeno h označuje výšku píku, Y značí šířku píku v základně, $Y_{1/2}$ šířku píku v polovině výšky, A plochu píku. Doba, po kterou molekula složky setrvává v koloně, se označuje jako retenční čas (t_R). Čas, který molekula stráví ve stacionární fázi, se nazývá redukovaný retenční čas (t'_R) a čas strávený v mobilní fázi se označuje jako mrtvý retenční čas (t_M).

Dostatečně vysokou teplotu dávkovače, kolony a detektoru pro udržení vzorku v plynném stavu zajišťuje termostat.



Obr. 8 Chromatogram při eluční metodě (KLOUDA, 2003)

Pracovní techniky v plynové chromatografii

Při praktických měřeních se používají různé pracovní techniky. Liší se v postupu, kterým se uskutečňuje transport analyzované směsi kolonou. Měření můžeme provádět eluční metodou, frontální metodou a vytěšňovací metodou.

Nejběžnější metodou je eluční metoda. Dochází k vymývání jednorázově dávkovaného vzorku nosným plynem. Složka, která se nejméně zachycuje na stacionární fázi, vychází z kolony jako první. Mobilní fáze se nazývá eluent, z kolony vychází eluát. K identifikaci složky se využívá čas, za který složka vyjde z kolony. Na základě signálu z detektoru se vykreslí chromatogram. Je tvořen sérií elučních křivek (píků). Kvantitativní zastoupení složky se určí pomocí plochy uzavřené jejím píkem. Tato metoda je vhodná pro složky, které se jen málo liší svými fyzikálními vlastnostmi.

Další zmiňovanou metodou je frontální metoda, kdy z kolony nejdříve vychází nejméně sorbovaná složka a poté se k ní postupně přidávají další až po nejméně sorbovanou. Nakonec vyjde směs vzorku s nosným plynem o původním složení. Hojně se využívá pro zkoumání sorpčních procesů.

Při použití vytěšňovací metody je vzorek opět jednorázově dávkován do proudu nosného plynu. Nosný plyn je navíc sycen vytěšňovacím činidlem, které se sorbuje na stacionární fázi silněji než složky vzorku a tlačí tyto složky před sebou. Vznikají za sebou uspořádané zóny od nejméně se sorbující složky po vytěšňující činidlo a šířka zóny roste s koncentrací složky (KLOUDA, 2003).

3.5.1.2 Kapalinová chromatografie

Kapalinová chromatografie patří k separačním metodám. Je založena na rozdílu v distribuci látek mezi dvě nemísitelné fáze. Mobilní fází je kapalina, která prostupuje

stacionární fázi naplněnou do kolony. V kapalinové chromatografii se využívá především mechanismů adsorpce, rozdělování podle hmotnosti, výměny iontů, vylučování podle velikosti nebo stereochemických interakcí (Český lékopis, 2015). Je vhodná i pro separaci netěkavých a tepelně nestabilních sloučenin. Pracuje se převážně eluční metodou a je zapotřebí vysokého tlaku.

Skleněná trubice dlouhá zhruba 0,5 m o průměru asi 2 cm dole zakončená fritou a kohoutem se naplní zrnitým sorbentem. Na horní vrstvu náplně se dává malé množství vzorku. Poté se přidá mobilní kapalná fáze. Mobilní fáze působením gravitační síly prochází kolonou, dochází k separaci složek vzorku, které v různých časech opouští spodní část kolony.

Kapalinový chromatograf se skládá z čerpadla, směšovacího zařízení, dávkovacího zařízení, kolony, detektoru a vyhodnocovacího zařízení. Pomocí pístového nebo membránového čerpadla se čerpá kapalina do kolony. Směšovací zařízení je naprogramováno tak, aby připravovalo s využitím zásobníků různých kapalin směs kapalin stálého složení nebo řídilo změny ve složení výsledné mobilní fáze v průběhu separace. Vzorek se dává automaticky nebo ručně pomocí injekčního zařízení nebo pomocí obtokového dávkovacího kohoutu. Kolony se využívají pouze náplňové. Mají různou délku, vnitřní průměr a náplně. Většina kolon je vyrobena z nerezové oceli a jsou dlouhé 10–25 cm s vnitřním průměrem 4,6 nebo 5 mm. Nejčastěji používané detektory jsou:

- fluorescenční – založen na principu fluorescence, kdy látky absorbují ultrafialové záření a následně vysílají záření o vyšší vlnové délce, které se měří fotonásobičem kolmo na směr vstupujícího záření
- fotometrický – měří absorbanci eluátu, který vychází z kolony
- refraktometrický – měří rozdíly mezi indexem lomu eluátu a čisté mobilní fáze, není příliš citlivý a musí se udržovat konstantní teplota

Podle uspořádání stacionární fáze se kapalinová chromatografie rozděluje na kolonovou, tenkovrstvou a papírovou kapalinovou chromatografii. Mezi kolonové kapalinové chromatografie patří kapalinová chromatografie adsorpční, rozdělovací, iontově-výměnná a gelová permeační (KLOUDA, 2003).



Obr. 9 Schéma kapalinového chromatografu (KLOUDA, 2003)

Jednou z možností kapalinové chromatografie pro stanovení lipidů je vysokoúčinná kapalinová chromatografie. Analytici nemohli relativně dlouho přizpůsobit HPLC k separaci lipidů, a to především z důvodu omezené dostupnosti vhodného detektoru. Navzdory tomu byly provedeny účinné separace a tento postup rychle nahradil TLC v mnoha laboratořích. HPLC nabízí vynikající rozlišení, snadnější kvantifikaci společně s určitým stupněm automatizace, vyšší čistotu frakcí a hygieničtější pracovní prostředí. Lipidy nebo jejich části lze převést na jejich deriváty s vysokou schopností absorpce UV pro separace pomocí HPLC a využívá se toho především pro separaci jednotlivých glykolipidů. Plamenově ionizační detektor představuje jednu z možných variant detektorů v HPLC analýze. V tomto případě může být použito široké spektrum rozpouštědel. Odpověď je velmi přímočará s ohledem na hmotnost. Bohužel stávající přístroje jsou spíše příliš nákladné pro většinu analytiků. Jako univerzální detektor se jeví hmotnostní (MS) detektor, jelikož není závislý na konkrétní látce absorbující záření a může být použita široká škála různých mobilních fází (CHRISTIE, 1989).

Nedávné pokroky v kapalinové chromatografii ve spojení s hmotnostní spektrometrií umožňují rychlejší analýzu lipidů s minimální přípravou vzorku. Pomocí LC-ESI-MS/MS lze identifikovat a kvantifikovat různé třídy lipidů obsažených v hroznech: mastné kyseliny, steroly, glycerolipidy, glycerofosfolipidy a sfingolipidy. Bylo identifikováno a kvantifikováno 33 lipidů. Tato metoda je výchozím bodem pro analýzu lipidového profilu různých tkání hroznů, což je základním cílem pro lepší pochopení „role“ lipidů v hroznové fyziologii (DELLA CORTE et al., 2015).

3.5.2 Další metody stanovení

Pro ověřování pravosti oleje z hroznových zrníček byla navržena rychlá metoda na bázi iontové mobilní spektrometrie (IMS). Během této metody se vzorek oleje zředí hexanem a poté se přímo analyzuje v IMS. Vstupní teplota se nastaví na 170 °C a detekce probíhá po dobu 20 s. Výsledky uvedené studie ukazují, že metoda IMS je nová, rychlá a pohodlná technika pro detekci falšování jedlého oleje (SHUAI et al., 2014).

V posledních letech se ukazuje, že slibnou alternativou běžných analytických metod pro extrakci lipidů může být Superkritická fluidní extrakce (SFE; MARTINEZ, AGUIAR, 2014). V této metodě se využívá k extrakci pevného vzorku nadkritická tekutina. Běžně se jedná o oxid uhličitý. Pracuje se s teplotami od 60 do 150 °C a tlaky 40–70 MPa. Toto zařízení může být spojeno s analyzátozem a dá se kombinovat například s GC, HPLC nebo FTIR (KLOUDA, 2003).

4 MATERIÁL A METODIKA

Veškeré rozборы vzorků byly prováděny v laboratoři na Ústavu technologie potravin Agronomické fakulty Mendelovy univerzity v Brně. Pro provedení pokusů bylo k dispozici dostačující vybavení laboratoří. Celý proces výzkumu trval přibližně od října 2015 do dubna 2016.

4.1 Původ vzorků

Vzorky hroznového oleje 2015 a 2014 pocházely z Vínařství Sýkora s.r.o. Je to rodinná firma, která se zabývá vinohradnictvím, vinařstvím a obchodem s vínem. Vznikla na podzim roku 2001 a navázala tak na čtyři generace vinařických předků.

Vinařství hospodaří ve Velkopavlovické vinařské oblasti přibližně na 55 ha vinic, které jsou rozloženy v různých výměřích a tratích čejkovského a velkobílovského katastru. Filozofie firmy spočívá v tom, že kladou vysoký důraz na kvalitu vstupní suroviny a snaží se všemi možnými způsoby zpracovat vzniklý odpad, aby se množství odpadu snížilo na minimum. Pro dosažení vysoké kvality a cukernatosti hroznů provádí celou řadu vinohradnických úkonů, mezi které patří například promyšlený zimní řez, zatavnění, důsledně a opakovaně prováděné "zelené práce", provzdušnění keřů, u některých odrůd selekce a půlení hroznů, které dosahují přívlastkové kvality a následně vstupují do maximálně technologicky vybaveného vinařského provozu.

Firma se snaží maximálně využít odpad, který vzniká během výroby. Odpad vznikající při úpravě hroznů, jako jsou dřevnaté zbytky, stopky atd., se využívá jako topivo v celém areálu podniku. Z matoliny, která se získá během lisování hroznů, se separují semena, ze kterých lisují hroznový olej. I během tohoto procesu vzniká odpad, ze kterého vyrábí hroznovou mouku. Olej z hroznových zrníček a hroznovou mouku můžeme zatím zakoupit pouze v prodejně vinařství Sýkora v Čejkovicích. Na obr. 10 je ukázka oleje z hroznových zrníček, ukázka hroznových jadérek, oleje a pelet, ze kterých se vyrábí hroznová mouka. V této podobě je olej k dostání na prodejně.



Obr. 10 Možnosti zpracování hroznových zrníček

Víno Sýkora s.r.o. produkuje moravská zemská a přívlastková lahvová vína a také vína sudová. Je možné si zde zakoupit různé limitované série vín, vína Bordó, víno z hroznů vypěstovaných ekologickým způsobem, šumivá vína, vínovice atd. Firma rozváží víno k jednotlivým odběratelům po celé České republice vlastními izotermickými auty. Všechny trasy se jezdí každý týden. Je také možné si víno objednat přímo a následně na ose dané trasy nám jej doručí.

4.2 Vzorky olejů

K rozborům byly použity čtyři druhy olejů. Jednalo se olej z hroznových zrníček z roku 2015 a z roku 2014 vyrobený ve vinařství Sýkora, slunečnicový olej vyrobený ve Francii a extra panenský olivový olej původem ze Španělska (obr. 11). Všechny oleje byly lisované za studena.



Obr. 11 Použitý slunečnicový a olivový olej

K výrobě hroznového oleje z roku 2015 a 2014 byla použita směs bílých a červených hroznů v různém poměru. K výrobě jednoho litru oleje byly spotřebovány dvě tuny hroznů. Hrozny se sklídily na přelomu září a října 2013, pokud jde o hroznový olej 2014 a v případě ročníku 2015 na přelomu září a října 2014. Po vylisování hroznů se získala matolína, ze které se separovala semena. Získaná semena (obr. 12) se musela řádně vysušit, jelikož vlhká semena podléhají mikrobiální zkáze, což se pak odrazí na kvalitě oleje. Část semen se sušila na principu podobném pásové sušárně, kde využívali teplo z kompresorů, další část semen se nechala vysušit externě. V současné době vinařství Sýkora uvažuje o pořízení bubnové sušárny. Sušení probíhalo celkem ve třech krocích. Nejdříve byla semena vystavena cca 40 °C, v druhé sušičce se semena vysušila na vlhkost 15–20 % za využití zbytkového tepla, ve třetím kroku se semena nechala досуšit na sítích a konečnou vlhkost 5–8 %. Po tomto sušení následovalo lisování semen, ze kterých se získal olej. Lisování probíhalo zhruba osm hodin. Zbytky po vylisování se využily na výrobu hroznové mouky.



Obr. 12 Získaná vysušená semena pro lisování oleje

Extra panenský olivový olej se vyrábí lisováním oliv za studena. Lisování se provádí za použití tradičních kamenných mlýnů nebo pomocí diskontinuálního hydraulického lisu. Je to přirozený proces, při kterém se nevyužívá žádné teplo pro extrakci prvního oleje z čerstvě sklizených oliv. Olivový olej nemusí být filtrován, v tomto případě má olej zákal, ale většina panenských olivových olejů prodávaných v obchodech se filtruje.

Slunečnicový olej je druhým nejvýznamnějším olejem v Evropě. Má vysoký obsah kyseliny olejové a složení mastných kyselin je srovnatelné s řepkovým a olivovým olejem. Vysoký obsah kyseliny olejové také zvyšuje oxidační stabilitu a olej je možné využít pro širokou škálu aplikací. Zvláštní výzvou je výroba vysoce kvalitního a chutného panenského slunečnicového oleje. Slunečnicová semínka se lisují ve vřetenovém lisu nebo šrotu a obsah tuku se pohybuje mezi 7 a 15 % v závislosti na podmínkách lisování (RASS, SCHEIN, MATTHAUS, 2008).

Oleje byly rozlité do uzavíratelných skleněných nádob (obr. 13) a uloženy ve třech různých úrovních teplot. Celkem bylo 16 sklenic se vzorky olejů. První úroveň skladování byla pokojová teplota, která se pohybovala okolo 22 °C. Při této teplotě byly vzorky olejů vystaveny přímému světlu a zároveň uloženy ve tmě. Další místem uložení vzorků byl sklad chlazených surovin, kde byla teplota 10 °C. Poslední čtyři vzorky byly umístěny do chladničky při teplotě 6 °C. Od každého druhu oleje všech teplotních úrovní bylo na začátku a na konci doby uskladnění odebráno menší množství vzorků, ze kterých se následně stanovovaly mastné kyseliny. Tyto vzorky byly do provedení stanovení zmrazené. Zároveň se každé tři týdny provádělo senzorycké hodnocení a měření barvy olejů. Přehled všech vzorků můžeme vidět v tab. 3.



Obr. 13 Vzorky olejů

Tab. 3 *Vzorky olejů*

Druh oleje	Teplota uskladnění	Světlo/tma	Číslo vzorku
Hroznový, 2015	22 °C	světlo	1
Hroznový, 2014	22 °C	světlo	2
Slunečnicový	22 °C	světlo	3
Olivový	22 °C	světlo	4
Hroznový, 2015	22 °C	tma	5
Hroznový, 2014	22 °C	tma	6
Slunečnicový	22 °C	tma	7
Olivový	22 °C	tma	8
Hroznový, 2015	10 °C	tma	9
Hroznový, 2014	10 °C	tma	10
Slunečnicový	10 °C	tma	11
Olivový	10 °C	tma	12
Hroznový, 2015	6 °C	tma	13
Hroznový, 2014	6 °C	tma	14
Slunečnicový	6 °C	tma	15
Olivový	6 °C	tma	16

4.3 Senzorické hodnocení olejů

- Použité pomůcky: běžné laboratorní sklo

Každé tři týdny se hodnotily čtyři druhy olejů uložené v různých teplotních podmínkách. Senzorická analýza probíhala v laboratorních podmínkách. Oleje byly podávány v běžném laboratorním skle, které bylo průhledné, aby se dala dobře zhodnotit především barva a celkový vzhled. Posuzoval se celkový vzhled, barva, vůně, chuť a intenzita dílčích chutí. Jako neutralizátor měli hodnotitelé k dispozici destilát. Na senzorickém hodnocení se podílelo deset proškolených hodnotitelů, kteří prováděli hodnocení dle protokolu v příloze 1.

Pro zapisování výsledků byl využit protokol s nestrukturovanou grafickou stupnicí. Grafické metody umožňují citlivější dělení. Přesné vyjádření výsledků těmito metodami však vyžaduje určitou praxi. Na rozdíl od bodových stupnic je rozhodování u gra-

fických metod snazší a matematické zpracování výsledků se stává jednodušší (JAROŠOVÁ, 2001).

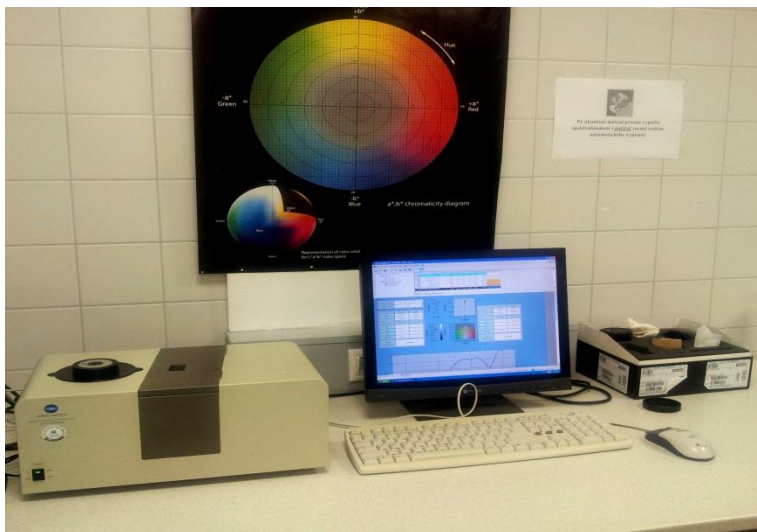
Stupnici představovala úsečka dlouhá 100 mm. Výsledek byl zaznamenán vyznačením znaménka na úsečce na místě, jehož poloha byla úměrná intenzitě znaku. Veškeré výsledky byly vyjádřeny v mm, které označují zároveň získané body jednotlivých vzorků.

4.4 Měření barvy olejů

- Použité pomůcky: běžné laboratorní sklo a materiál, skleněná kyveta

Měření barvy olejů se provádělo každé tři týdny. Pro měření byl použit stolní spektrofotometr Konica Minolta CM – 3500d s geometrií $d/8^\circ$. Spektrofotometr tohoto typu umožňuje jednak měření reflektance na štěrbině 8 mm nebo 30 mm a jednak měření transmitance v 1cm kyvetách. Tímto způsobem lze u vzorků velmi rychle změřit vlnovou délku odráženého světla za podmínek metody.

Software CM-S100w umožňuje podle Mezinárodní komise pro osvětlování vyjádření barvy v barevném prostoru CIELAB (koule). Hodnoty L^* (lightness) udávají rozmezí od 0 (černá) do 100 (bílá). Barevné souřadnice a^* a b^* dosahují kladných nebo záporných hodnot podle umístění v trojrozměrném prostoru. Na základě odchylky delta E lze poté vyjádřit znatelný rozdíl mezi dvěma měřeními. Tento přístroj je propojený s počítačem, ve kterém je nainstalován softwarový program CMs-100w Spectramagic NX. Přístrojem lze proměřit celé viditelné spektrum, tj. od 380-780 nm (ve 20 nm intervalech).



Obr. 14 Spektrofotometr Konica Minolta CM – 3500d

Barva se vyjadřuje pomocí systému CIE $L^*a^*b^*$. Hodnoty $L^*a^*b^*$ představují souřadnice jasu a barevnosti v chromatickém diagramu. Pokud se hodnoty a^* a b^* vzdalují od středu, zvyšuje se sytost barvy.

Pro kolorimetrické stanovení oleje byly zvoleny režimy:

- transmittance
- geometrie d/8 (přístroj měří odražené světlo pod úhlem 8°)
- srovnávací roztok destilovaná voda
- D 65 (režim osvětlení)

Výsledky byly vyjádřeny pomocí tzv. totální barevné difference ΔE^* , která se počítá dle rovnice:

$$\Delta E^* = \sqrt{\Delta L^{*2} + \Delta a^{*2} + \Delta b^{*2}}, \text{ kde}$$

$$\Delta L^* = L^*_{\text{vzorku}} - L^*_{\text{předlohy}}$$

$$\Delta a^* = a^*_{\text{vzorku}} - a^*_{\text{předlohy}}$$

$$\Delta b^* = b^*_{\text{vzorku}} - b^*_{\text{předlohy}}$$

ΔE^* představuje míru velikosti barevného rozdílu mezi předlohou (standardem) a vzorkem, ale nemůže indikovat povahu této difference (zda se jde o ztmavení nebo

o zesvětlení). Hodnota ΔL^* se nazývá jasová odchylka (přechod černá – bílá), Δa^* a Δb^* jsou rozdíly v a^* a b^* v diagramu (Vik, 1995).

4.5 Stanovení čísla kyselosti

- Použité chemikálie: 96% líh, 1% roztok fenolftaleinu (FF), odměrný roztok 0,05 M hydroxidu draselného v lihu
- Použité pomůcky: běžné laboratorní sklo a materiál, byreta

Stanovení čísla kyselosti bylo provedeno dle ČSN 588756: Živočišné a rostlinné tuky a oleje - Stanovení čísla kyselosti a kyselosti. Do titrační baňky bylo naváženo 5 g tuku. K tuku se přidalo 10 ml lihu a krouživým pohybem se dostatečně promíchalo. Po přidavku několika kapek fenolftaleinu byl vzorek titrován 0,05 M alkoholickým roztokem hydroxidu draselného do růžového zbarvení, které bylo stálé po dobu 30 sekund. Výpočet:

$$k = \frac{c \cdot V \cdot 56,11}{n}$$

k.....číslo kyselosti [mg KOH/g tuku]

c.....koncentrace odměrného roztoku KOH [mol/l]

V.....spotřeba odměrného roztoku KOH 0,1 mol/l při titraci vzorku [ml]

n.....navážka vzorku [g]

4.6 Stanovení mastných kyselin

- Použité chemikálie a standardy při derivatizaci:
 - isooktan (2,2,4-trimethylpentan): p.a. 99,9 %
 - pentadekanová kyselina: p.a. 99,0 %
 - methanol for HPLC: p.a. 99,9 %
 - sodík: p.a. 99 %
 - bortrifluorid BF_3 v methanolu, 14% methanolický, skladován při 2 - 8 °C
 - chlorid sodný, NaCl: p.a. 99,9 %
- Použité chemikálie při plynové chromatografii:
 - nosný plyn: stlačený dusík v tlakové láhvi, čistota 5,0. SIAD

- pomocné plyny: stlačený vodík a vzduch (21 % O₂ a 79 % N₂) o čistotě 4,5. SIAD
- směsný standard: směs methylesterů mastných kyselin SuplecoTM Component FAME mix 37
- Použité pomůcky:
 - váhy analytické: typ ABJ 220-4M s čitelností 0,1 mg, s kapacitou 220 g, reprodukovatelností 0,1 ± mg, linearitou 0,2 ± mg a deskou o průměru 80 mm
 - vodní lázeň: Medingen typ K10 E1
 - zpětný chladič: typ kuličkový chladič (podle Allihna)
 - automatická pipeta: FINNEPIPETTE s nastavitelným objemem 1-5 ml
 - vialky: šroubovací ND 13 o objemu 4 ml, plastový uzávěr se silikonovým
 - Chromatograf GC Fisons 8000 series: s FID detektorem a autosamplerem model HT 300A od firmy HTA s.r.o.
 - běžné chemické sklo v laboratoři

4.6.1 Derivatizace

Před samotnou analýzou mastných kyselin je potřeba převést volné i vázané mastné kyseliny na jejich methylestery (FAME) v alkalickém prostředí methanolu pod zpětným chladičem s přidavkem methanolického roztoku BF₃. Tento postup se nazývá derivatizace. Málo těkavé mastné kyseliny jsou převedeny na těkavější stanovitelnou formu FAME. Vzniklé methylestery mastných kyselin se stanoví pomocí plynové chromatografie (GC) s kapilární kolonou a s využitím plamenově-ionizačního detektoru (FID). MK se identifikují porovnáním retenčních časů analytů a standardů. Kvantitativní analýza se vyhodnotí z kalibrační křivky, kdy se určí absolutní koncentrace nebo absolutní množství látky na základě kalibrační závislosti. Plocha, či výška píku je úměrná množství analytu. Výsledné zastoupení jednotlivých MK se uvede v procentech.

Stanovení MK bylo zaměřeno na mastné kyseliny s počtem uhlíků C16 a více. Byl zvolen postup, který vychází z postupu od Rozíkové (2010). Nejdříve se do varné baňky se zábrusem naváží čistý vzorek tuku o hmotnosti 0,05 g. Po přidání 3 ml isooktanu s vnitřním standardem pentadekanové kyseliny, a to v koncentraci 0,2 g/200 ml, se tuk rozpustí. Tímto krokem se ve vzorku vytvoří alkalické prostředí, což způsobí tvorbu solí MK. Následně se pipetou přidají 3 ml methanolátu sodného o koncentraci 11,5 g/l Na

v CH₃OH, čímž se vytvoří estery MK. Poté se varná baňka se zábrusem připojí ke zpětnému chladiči a vloží do vodní lázně o teplotě 60 °C (± 1,5 °C), kde je zahřívána po dobu 15 minut. Přes zpětný chladič se napipetují 3 ml methanolického 14% roztoku BF₃. Tímto způsobem se zesterifikuje zbylá dosud zneesterifikovaná organická část. Po 5 minutách se odpojí varná baňka od zpětného chladiče a vyjme se z vodní lázně. Ke směsi se přidají 3 ml isooktanu, 5 ml nasyceného roztoku NaCl a důkladně se směs protřepe. Dojde k oddělení dvou fází, a to glycerinu, který se vysráží ve formě solí a usadí se na dno baňky. Veškeré FAME se vyextrahují do isooktanu, čímž se vytvoří čirá horní vrstva. Z horní vrstvy se pipetou odebere isooktan s FAME a vpraví do vialky, ze které je 1 µl vzorku nastříknut přes injektor na chromatografickou kolonu.

4.6.2 Plynová chromatografie

Ke stanovení mastných kyselin ve vzorcích olejů byl použit přístroj Fisons GC 8000 series s FID detektorem a kapilární kolonou Capital Analytical RH-1ms+ (30 m délka, 0,25 mm průměr, 0,25 µm tloušťka filmu). Stacionární fází je 100% dimethylpolysiloxan. Dimethylpolysiloxan tvoří tenký film na vnitřní stěně kapiláry. Kolona se nachází v peci, která je temperována na určitou teplotu, kdy její teplotní limity se pohybují od 60 °C do 360 °C. Nástřík vzorku se provádí pomocí děliče toku, který vede jen část odpařeného vzorku na kolonu. Split poměr top/bottom byl nastaven na 1:2 a range po celou dobu měření na 0–1. Range vytváří rozsah píku na délku. Přidáváním hodnot klesá jeho výška a zvětšuje se rozsah. Analýza vzorků byla provedena při teplotním gradientu, kdy se teplota kolony během analýzy měnila podle vytvořeného teplotního programu. Teplotní program a další pracovní podmínky jsou uvedeny v tab. 4.

Mastné kyseliny byly identifikovány na základě srovnání se standardem 37 mastných kyselin FAME Mix 37 (Supleco). Seznam mastných kyselin (methylestery) – standard FAME mix 37 je uveden v příloze 2. Kvalitativní i kvantitativní vyhodnocení bylo provedeno na počítači v programu Clarity.

Tab. 4 Podmínky chromatografického stanovení mastných kyselin

GC	Podmínky
Nosný plyn	N ₂ ; průtok: 0,9 ml/min
Ostatní plyny	H ₂ , vzduch; poměr 1:3 (50 kPa:150 kPa)
Teplota injektoru	260 °C
Teplota detektoru	260 °C
Délka analýzy pro 1 vzorek	40 minut
Teplotní program	Start 140 °C po dobu 5 min, poté 140 °C → 240 °C (5 °C/min), výdrž 240 °C 5 min

4.7 Statistické vyhodnocení

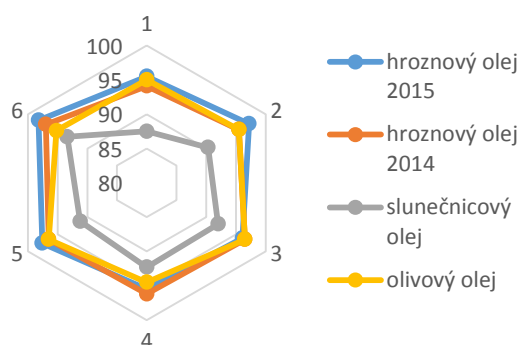
Statistické vyhodnocení bylo provedeno pomocí programu Statistika 9.0 za použití Duncanova testu v případě porovnání jednotlivých výsledků získaných stanovením čísla kyselosti za účelem zjištění, zda jsou tyto hodnoty statisticky průkazné. Pro zjištění průkaznosti výsledků získaných stanovením mastných kyselin byl proveden také Duncanův test.

5 VÝSLEDKY A DISKUZE

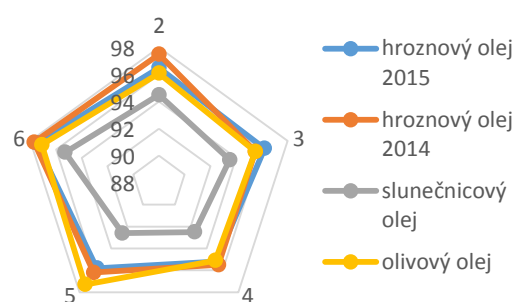
5.1 Senzorická analýza

Senzorická analýza byla provedena u všech šestnácti vzorků olejů uložených v různých teplotních podmínkách. Hodnocení probíhalo každé tři týdny od 9. 11. 2015 do 22. 2. 2016. U všech vzorků olejů byly hodnoceny nejdůležitější sensorické znaky, a to celkový vzhled, barva, vůně a chuť. Kromě základních znaků se posuzovala i intenzita jednotlivých dílčích chutí. Získané body ze sensorického hodnocení jednotlivých vzorků olejů jsou uvedeny v tabulkách v příloze 3 a 4.

Celkový vzhled, 22 °C, světlo



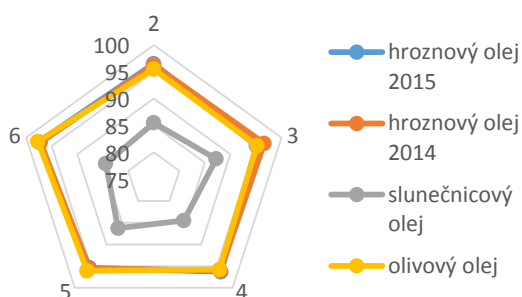
Celkový vzhled, 22 °C, tma



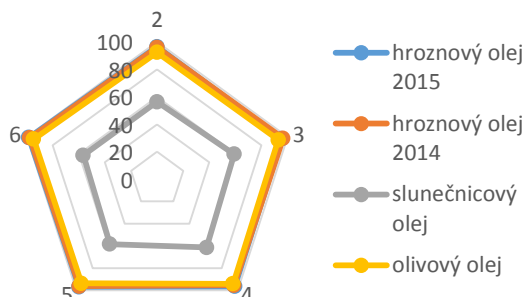
Obr. 15 Hodnocení celkového vzhledu při 22 °C na světle

Obr. 16 Hodnocení celkového vzhledu při 22 °C ve tmě

Celkový vzhled, 10 °C



Celkový vzhled, 6 °C



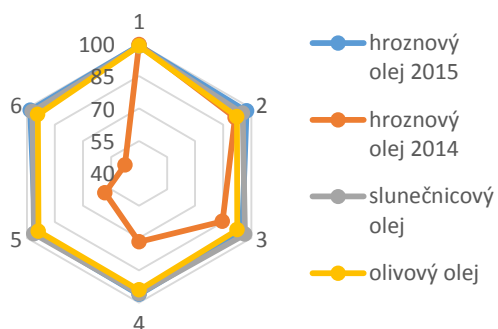
Obr. 17 Hodnocení celkového vzhledu při 10 °C

Obr. 18 Hodnocení celkového vzhledu při 6 °C

Obr. 15, 16, 17 a 18 Výsledky senzoričké analýzy celkového vzhledu jednotlivých druhů olejů uložených po dobu čtyř měsíců při teplotě 22 °C na světle a ve tmě, při 10 °C a 6 °C. Body 1–6 označují postupný sled měření, kdy první měření bylo provedeno 9. 11. 2015, druhé 30. 11. 2015, třetí, 21. 12. 2015, čtvrté 14. 1. 2016, páté 1. 2. 2016 a šesté 22. 2. 2016. Dle protokolu je za nejméně vyhovující hodnotu hodnoceného znaku považováno 0 bodů a za nejlepší hodnocení 100 bodů.

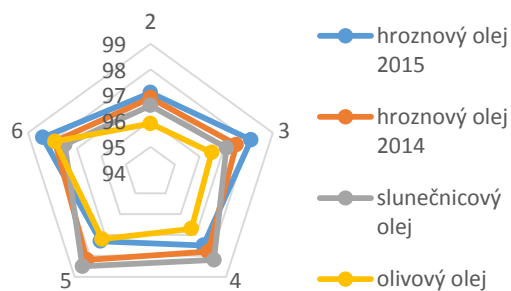
Hodnocení celkového vzhledu (obr. 15, 16, 17, 18) dopadlo nejhůře při všech teplotách u slunečnicového oleje. Bylo to způsobené mírným až silným zakalením oleje, které se nejvíce projevilo při teplotě 10 °C. Z nastudované literatury jsem zjistila, že při zpracování slunečnicového oleje se extrahují do oleje vosky ze slupek, což vede k nežádoucímu zakalení oleje při skladování. Tomuto zakalení lze předejít loupáním semen před samotným lisováním oleje. Odstranění slupek před lisováním pak zvyšuje senzoričskou kvalitu slunečnicového oleje (RASS, SCHEIN, MATTHAUS, 2008). Celkový vzhled byl nejlépe hodnocen u hroznového oleje 2015. Jednotlivé teploty neměly příliš velký vliv na celkový vzhled olejů. Lze říci, že hroznové byly v hodnocení celkového vzhledu více stabilní než slunečnicový a olivový olej.

Barva, 22 °C, světlo

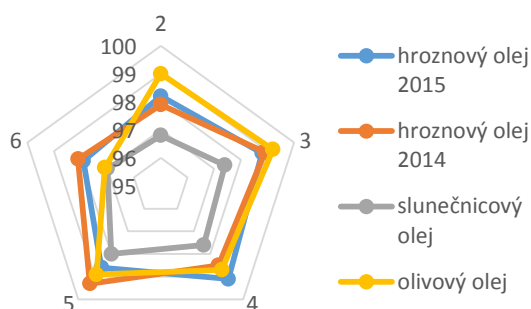
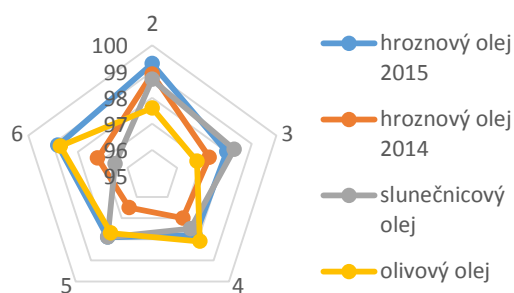


Obr. 19 Hodnocení barvy při 22 °C na světle

Barva, 22 °C, tma



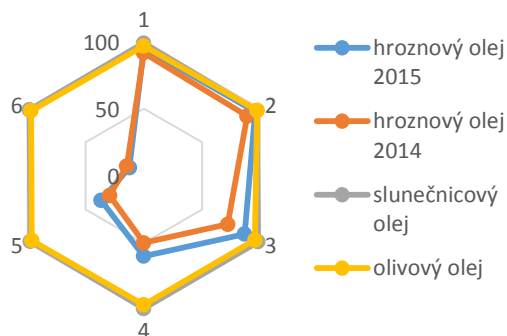
Obr. 20 Hodnocení barvy při 22 °C ve tmě

Barva, 10 °C**Barva, 6 °C****Obr. 21** Hodnocení barvy při 10 °C**Obr. 22** Hodnocení barvy při 6 °C

Obr. 19, 20, 21 a 22 Výsledky senzoričké analýzy barvy jednotlivých druhů olejů uložených po dobu čtyř měsíců při teplotě 22 °C na světle a ve tmě, při 10 °C a 6 °C. Body 1–6 označují postupný sled měření, kdy první měření bylo provedeno 9. 11. 2015, druhé 30. 11. 2015, třetí, 21. 12. 2015, čtvrté 14. 1. 2016, páté 1. 2. 2016 a šesté 22. 2. 2016. Dle protokolu je za nejméně vyhovující hodnotu hodnoceného znaku považováno 0 bodů a za nejlepší hodnocení 100 bodů.

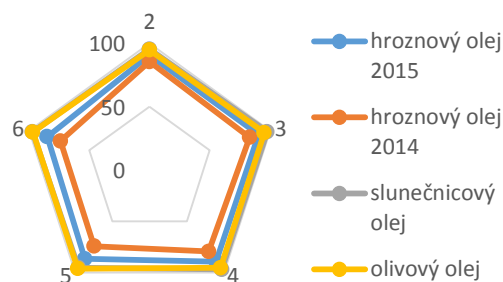
Z obr. 19, 20, 21 a 22 lze usuzovat, že největší změna barvy proběhla u hroznového oleje 2014 při teplotě 22 °C vystaveném na světle. Jednotlivé teploty uskladnění neměly příliš velký vliv na barvu olejů. Tento fakt potvrzuje i studie, ve které se sledoval dopad podmínek skladování na oxidační stabilitu a antioxidační vlastnosti olejů z hroznových zrníček. Oleje byly také vystaveny různým teplotám a dennímu světlu. Zjistilo se, že změna barvy v prvních měsících skladování byla více ovlivněna denním světlem, než teplotou (POIANA et al., 2009). Barva ostatních olejů uskladněných při různých teplotách byla relativně stálá.

Vůně, 22 °C, světlo



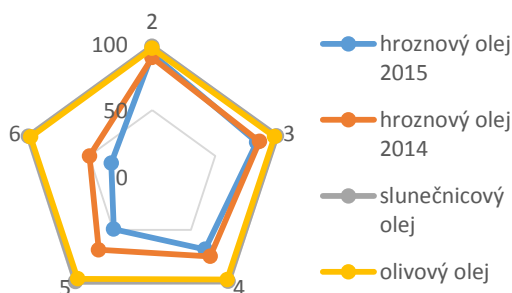
Obr. 23 Hodnocení vůně při 22 °C na světle

Vůně, 22 °C, tma



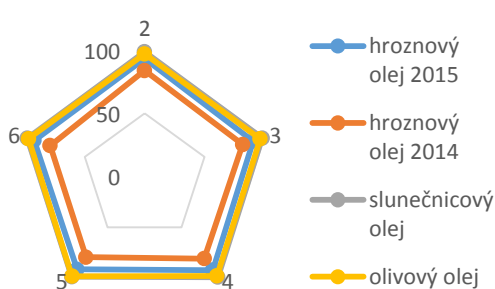
Obr. 24 Hodnocení vůně při 22 °C ve tmě

Vůně, 10 °C



Obr. 25 Hodnocení vůně při 10 °C

Vůně, 6 °C

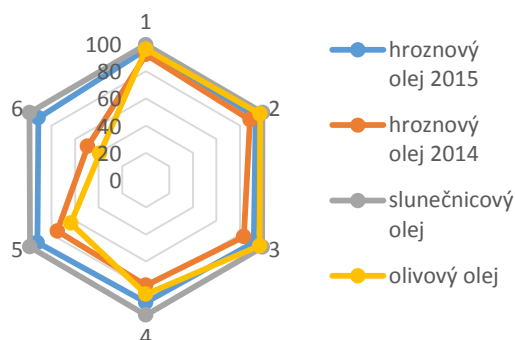


Obr. 26 Hodnocení vůně při 6 °C

Obr. 23, 24, 25 a 26 Výsledky sensorické analýzy vůně jednotlivých druhů olejů uložených po dobu čtyř měsíců při teplotě 22 °C na světle a ve tmě, při 10 °C a 6 °C. Body 1–6 označují postupný sled měření, kdy první měření bylo provedeno 9. 11. 2015, druhé 30. 11. 2015, třetí, 21. 12. 2015, čtvrté 14. 1. 2016, páté 1. 2. 2016 a šesté 22. 2. 2016. Dle protokolu je za nejméně vyhovující hodnotu hodnoceného znaku považováno 0 bodů a za nejlepší hodnocení 100 bodů.

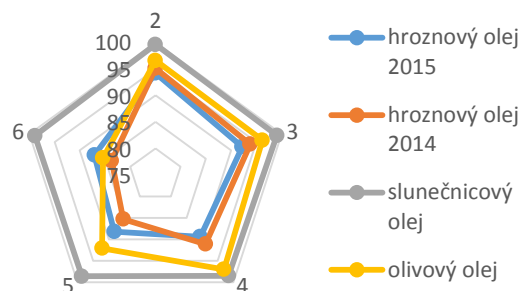
Největší změna ve vůni (obr. 23, 24, 25, 26) nastala u hroznového oleje 2015 a hroznového oleje 2014 uložených při teplotě 22 °C na světle. U těchto dvou olejů se vůně nepatrně změnila také při teplotě 22 °C ve tmě a větší změna v hodnocení vůně se projevila i při 10 °C. U hroznového oleje 2014 se vůně nepatrně zhoršila i při teplotě 6 °C. Nejlépe hodnoceným v tomto znaku byl slunečnicový olej, jehož vůně se při žádné teplotě nezměnila a byla příjemně výrazná po slunečnicových semenech. Při tomto hodnocení hroznové oleje dopadly podstatně hůře než olej slunečnicový a olivový.

Příjemnost chuti, 22 °C, světlo



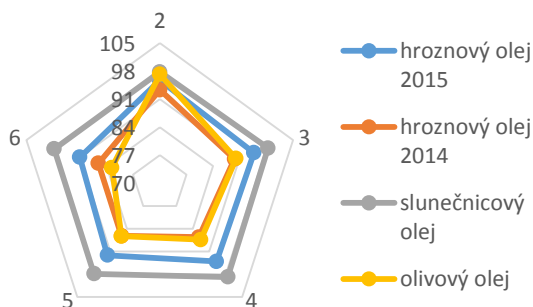
Obr. 27 Hodnocení příjemnosti chuti při 22 °C na světle

Příjemnost chuti, 22 °C, tma



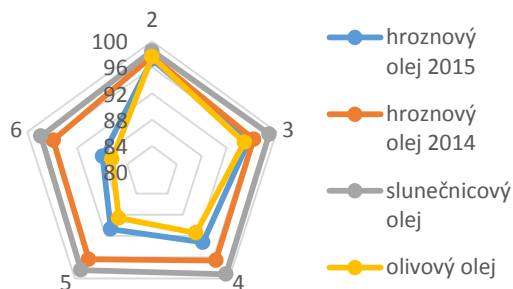
Obr. 28 Hodnocení příjemnosti chuti při 22 °C ve tmě

Příjemnost chuti, 10 °C



Obr. 29 Hodnocení příjemnosti chuti při 10 °C

Příjemnost chuti, 6 °C



Obr. 30 Hodnocení příjemnosti chuti při 6 °C

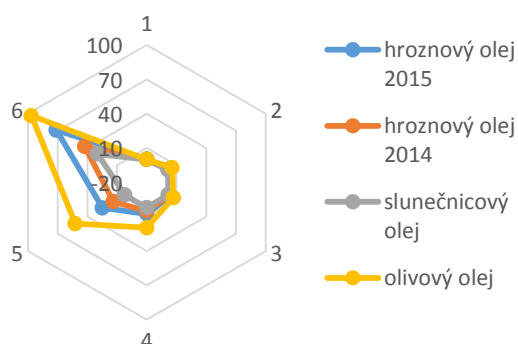
Obr. 27, 28, 29 a 30 Výsledky senzoričké analýzy příjemnosti chuti jednotlivých druhů olejů uložených po dobu čtyř měsíců při teplotě 22 °C na světle a ve tmě, při 10 °C a 6 °C. Body 1–6 označují postupný sled měření, kdy první měření bylo provedeno 9. 11. 2015, druhé 30. 11. 2015, třetí, 21. 12. 2015, čtvrté 14. 1. 2016, páté 1. 2. 2016 a šesté 22. 2. 2016. Dle protokolu je za nejméně vyhovující hodnotu hodnoceného znaku považováno 0 bodů a za nejlepší hodnocení 100 bodů.

Největší změna v příjemnosti chuti (obr. 27, 28, 29, 30) byla zaznamenána u hroznového oleje 2014 a olivového oleje při teplotě 22 °C, které byly vystaveny světlu. Nepatrná změna příjemnosti chuti k horšímu se projevila také u hroznového oleje 2015, hroznového oleje 2014 a olivového oleje při teplotě 22 °C ve tmě, při 10 °C a i 6 °C. Nejlépe hodnoceným v tomto znaku při všech teplotách byl slunečnicový olej, jehož chuť se nezměnila. Změnu v příjemnosti chuti jednotlivých olejů může naznačit již

předcházející hodnocení vůně, kdy u zjištěné změny vůně olejů lze předpokládat, že se projeví i změna v chuti.

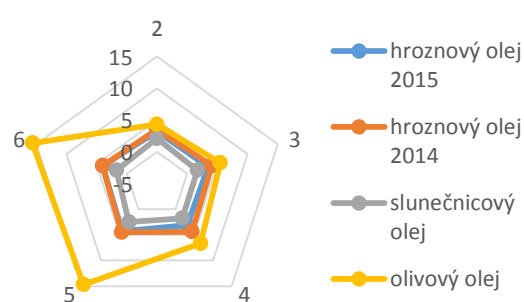
Kromě hodnocení základních sensorických znaků rostlinných olejů se posuzovala i intenzita jednotlivých dílčích chutí. Olejovitá chuť je pro rostlinné oleje typická a je daná obsahem kyseliny olejové. Oleje mohou mít i žluklou chuť, která je však nežádoucí a vypovídá o tom, že u oleje proběhlo žluknutí, např. působením vysokých teplot, přímého slunečního záření, ponecháním oleje na vzduchu atd. Mezi nežádoucí chutě rostlinných olejů patří také chuť kovová charakteristická pro oleje, které byly dlouhou dobu ve styku s kovovými předměty a mýdlovitá chuť, která vzniká např. v důsledku přítomnosti plísní. Máselná a trávová chuť souvisí s obsahem chlorofylu (KALÁČ, 1999). Pro větší přehlednost je uvedeno grafické znázornění jen některých hodnocení intenzit dílčích chutí vzorků olejů.

Žluklá, 22 °C, světlo

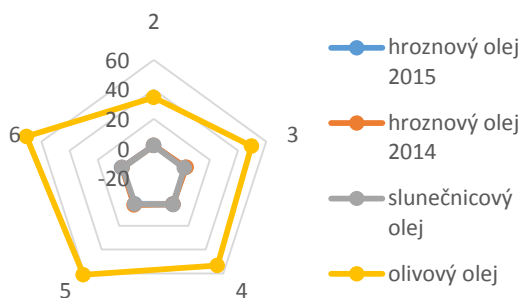
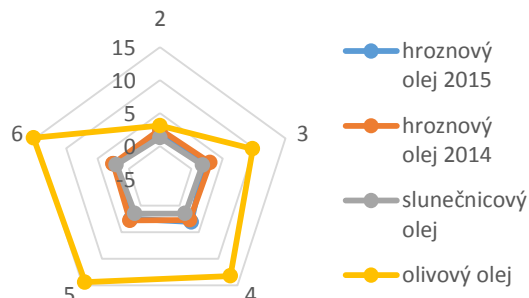


Obr. 31 Hodnocení žluklé chuti při 22 °C na světle

Žluklá, 22 °C, tma



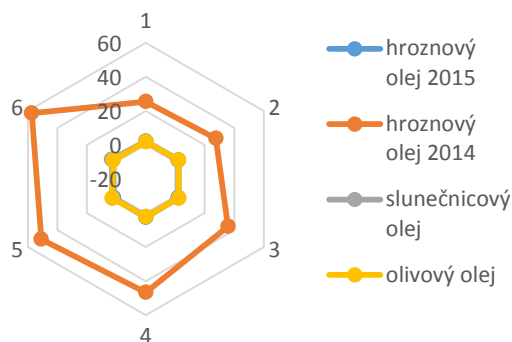
Obr. 32 Hodnocení žluklé chuti při 22 °C ve tmě

Žluklá, 10 °C**Žluklá, 6 °C****Obr. 33** Hodnocení žluklé chuti při 10 °C **Obr. 34** Hodnocení žluklé chuti při 6 °C

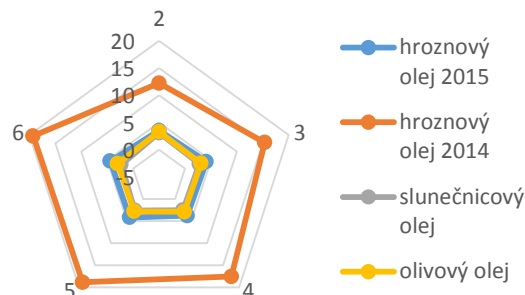
Obr. 31, 32, 33 a 34 Výsledky senzoričké analýzy žluklé chuti jednotlivých druhů olejů uložených po dobu čtyř měsíců při teplotě 22 °C na světle a ve tmě, při 10 °C a 6 °C. Body 1–6 označují postupný sled měření, kdy první měření bylo provedeno 9. 11. 2015, druhé 30. 11. 2015, třetí, 21. 12. 2015, čtvrté 14. 1. 2016, páté 1. 2. 2016 a šesté 22. 2. 2016. Dle protokolu je za nejméně vyhovující hodnotu hodnoceného znaku považováno 0 bodů a za nejlepší hodnocení 100 bodů.

Z obr. 31, 32, 33, 34 vyplývá, že nežádoucí žluklá chuť se nejvíce projevila u vzorků olejů ponechaných při pokojové teplotě na světle, kdy nejhůře hodnoceným v tomto znaku byl olivový olej a za ním olej hroznový 2015. U olivového oleje byla žluklá chuť přítomna i při 10 °C, nepatrně při 22 °C a 6 °C. U vzorků olejů, u kterých byla zaznamenána žluklá chuť, se intenzita této chuti během skladování zvyšovala. Nejlépe hodnoceným v tomto znaku se stal olej slunečnicový. Horší stabilita olivového oleje v tomto znaku byla potvrzena v publikaci AYTON, MAILER, GRAHAM (2012), kde sledovali kvalitu extra panenského olivového oleje během skladování při pokojové a vyšší teplotě. Zaznamenali, že skladovací teplota významně ovlivnila senzoričkový profil olivových olejů. Vysoká teplota skladování vedla k výraznému zhoršení kladných vlastností v průběhu skladování a poměrně za krátkou dobu byla detekována silná žluklá chuť.

Kovová, 22 °C, světo



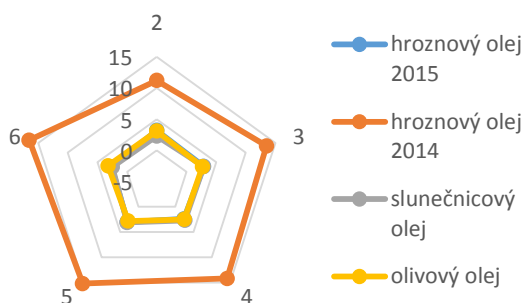
Kovová, 22 °C, tma



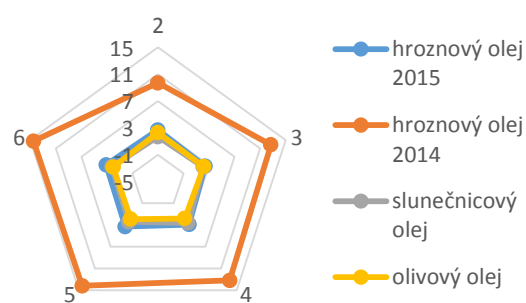
Obr. 35 Hodnocení kovové chuti při 22 °C na světle

Obr. 36 Hodnocení kovové chuti při 22 °C ve tmě

Kovová, 10 °C



Kovová, 6 °C



Obr. 37 Hodnocení kovové chuti při 10 °C **Obr. 38** Hodnocení kovové chuti při 6 °C

Obr. 35, 36, 37 a 38 Výsledky senzoričké analýzy kovové chuti jednotlivých druhů olejů uložených po dobu čtyř měsíců při teplotě 22 °C na světle a ve tmě, při 10 °C a 6 °C. Body 1–6 označují postupný sled měření, kdy první měření bylo provedeno 9. 11. 2015, druhé 30. 11. 2015, třetí, 21. 12. 2015, čtvrté 14. 1. 2016, páté 1. 2. 2016 a šesté 22. 2. 2016. Dle protokolu je za nejméně vyhovující hodnotu hodnoceného znaku považováno 0 bodů a za nejlepší hodnocení 100 bodů.

Z výsledků (obr. 35, 36, 37 a 38) lze usuzovat, že kovová chuť byla postřehnutelná pouze u hroznového oleje 2014 uloženým při pokojové teplotě na světle, kdy se intenzita této chuti v průběhu skladování stupňovala. U tohoto oleje se kovová chuť projevila i při ostatních teplotách, ale jen nepatrně. Hroznový olej 2014 získal také nejvíce bodů při hodnocení nežádoucí mýdlovité chuti, a to ve všech teplotách po celou dobu skladování. Kovová chuť byla nepatrně zaznamenána ve všech teplotách v průběhu

skladování i u olivového oleje. Nejlepších výsledků v tomto znaku dosáhl olej slunečnicový.

Další z hodnocených chutí byla chuť olejovitá. U všech vzorků olejů se projevila poměrně výrazně a během skladování po dobu čtyř měsíců se neměnila, a to ani při žádné teplotě. Nejlépe hodnoceným v tomto znaku byl olej olivový a naopak nejméně bodů získal olej hroznový 2015. Jako poslední se hodnotila trávová chuť, která byla výrazná u hroznového oleje 2015 i hroznového oleje 2014 ve všech teplotách. Během skladování se intenzita chuti výrazně neměnila. U slunečnicového oleje byla trávová chuť postřehnutelná jen nepatrně a u olivového oleje se téměř neprojevila.

Výsledky celkového sensorického hodnocení naznačují, že nejstabilnějším olejem byl olej slunečnicový. Ve všech hodnocených znacích neprojevil při uskladnění v různých teplotách po dobu čtyř měsíců výrazné změny. Výjimkou byl zákal oleje, který bývá způsoben vosky extrahovanými ze slupek semen do oleje během zpracování. Tento problém lze vyřešit již zmiňovaným loupáním semen před lisováním.

Druhým nejlépe hodnoceným olejem byl olivový olej. Nejvýraznější negativní změny během skladování u něj nastaly v příjemnosti chuti, kdy se nejvíce projevila žluklá chuť, a to při pokojové teplotě za přístupu světla. Ke stejným závěrům došli v publikaci BENDINI et al. (2009), která potvrzuje, že olivový olej by se měl skladovat bez přístupu světla, které má největší vliv na jeho stabilitu a při nižších teplotách (do 20 °C). Pro olivový olej je často charakteristická hořká chuť, která může být často velmi intenzivní. Hořkost je žádoucí charakteristikou olivového oleje, nicméně, hořkost vysoké intenzity nemusí být příjemná pro některé spotřebitele. Tento fakt je třeba vzít v úvahu při hodnocení kvality panenského olivového oleje (KOSEOGLU, UNAL, 2008).

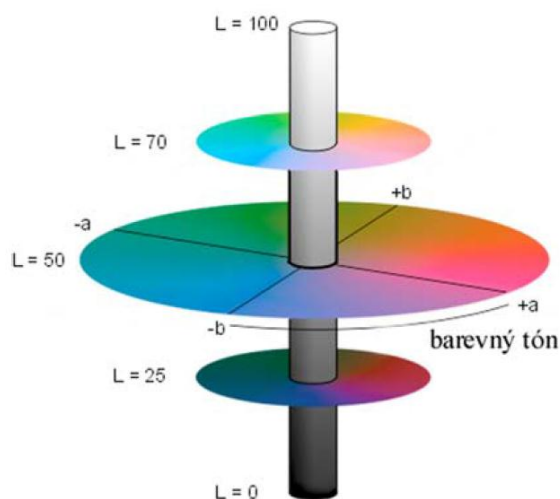
Třetím nejlépe hodnoceným olejem byl hroznový olej 2015, jehož kvalita v průběhu skladování byla výrazně zhoršena ve vůni. Při teplotě 22 °C na světle u něj byla identifikovaná silná žluklá a trávová chuť.

Nejméně stabilní byl hroznový olej 2014, u něhož se projevily v průběhu čtyř měsíců negativní změny téměř ve všech znacích a nejvíce za přístupu světla při pokojové teplotě. Ze zjištěných výsledků lze vyvodit, že oba hroznové oleje byly méně stabilní v porovnání se slunečnicovým a olivovým olejem. Na oleje měly největší negativní vliv přístup světla a pokojová teplota. Nejstabilněji se jevíly při teplotách skladování 10 °C a 6 °C.

Ke stejným výsledkům došli ve studii LACHMAN et al. (2014), kde studovali stabilitu hroznového oleje během skladování. Zjistili, že k největšímu zhoršení kvality oleje z hroznových zrníček došlo během skladování při pokojové teplotě a za přístupu světla. Nejšetnějším způsobem skladování bylo z hlediska teplot skladování v chladničce (4 ° C) ve tmě. Jedním z faktorů, které mohou významně ovlivnit stabilitu oleje, jsou vyšší hladiny některých forem vitamínu E, které mají antioxidační účinky.

5.2 Spektrofotometrické měření barvy

Měření barvy bylo provedeno u všech vzorků olejů uložených v různých podmínkách skladování. Měření se uskutečnilo každý třetí týden po dobu čtyř měsíců. Byla vypočtena totální barevná diference E^* , aby mohlo dojít ke srovnání standardu se vzorkem. Jako standard byl zvolen příslušný druh oleje na začátku skladování a podle něj se hodnotilo, zda došlo v průběhu skladování ke změně barvy oleje. Získané hodnoty ze spektrofotometrického měření barvy vzorků olejů jsou uvedeny v tabulkách v příloze 5.



Obr. 39 Prostorový model CIE L^* a^* b^* (ZMEŠKAL, ČEPPAN, DZIK, 2002)

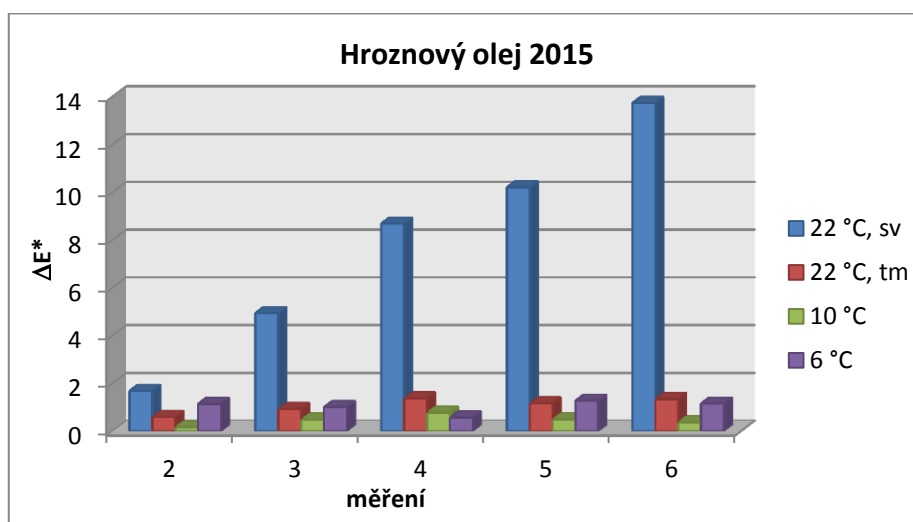
- L^* udává jas, může nabývat 0–100 (0 černá, 100 bílá)
- a^* je hodnota definující barevný odstín (záporná zelená, kladná červená)
- b^* je hodnota definující barevný odstín (záporná modrá, kladná žlutá)
- C^* (sytost) je vzdálenost od středu koule, kde jsou poskládány barvy podle vlnové délky světla. Čím vyšší C^* , tím je vzorek sytější.

- h je úhel mezi osou a^* a k ní vztaženou hodnotou vzorku, od 0 do 360°.
- ΔE^* – totální barevná diference (ZMEŠKAL, ČEPPAN, DZIK, 2002)

Výsledné hodnoty měření barvy vzorků olejů byly vyhodnoceny podle stanovené stupnice udávající stupeň neshody barev:

Tab. 5 *Stupeň neshody barev* (ZMEŠKAL, ČEPPAN, DZIK, 2002)

ΔE^*	rozdíl	ΔE^*	rozdíl
0,0 až 0,2	nepostřehnutelný		
0,2 až 0,5	velmi slabý	0,2 až 1,0	postřehnutelný
0,5 až 1,5	slabý	1,0 až 2,0	rozeznatelný
1,5 až 3,0	jasně postřehnutelný	2,0 až 4,0	ještě nerušící
3,0 až 6,0	střední	4,0 až 8,0	mírně rušící
6,0 až 12,0	výrazný		
12,0 až 16,0	velmi výrazný		
větší než 16,0	rušící		

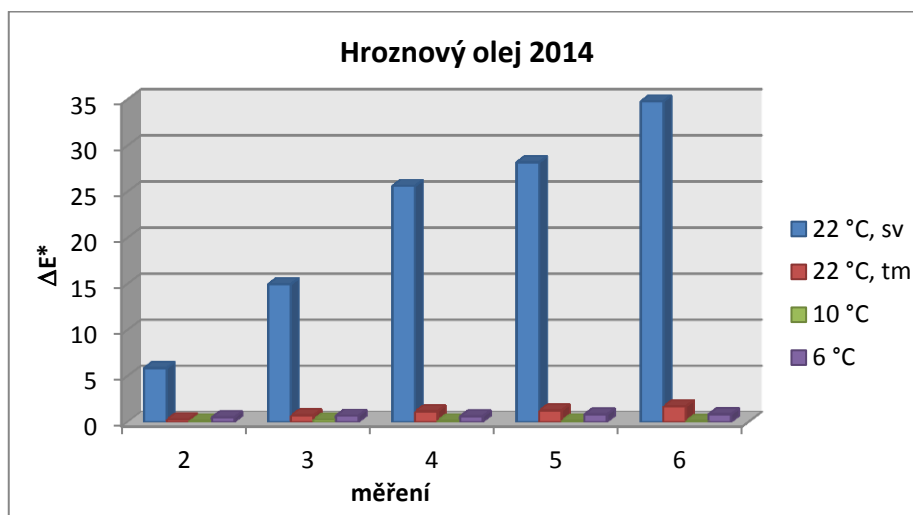


Obr. 40 Výsledné hodnoty ΔE_{ab}^* hroznového oleje 2015

Měření barvy hroznového oleje 2015 uloženého po dobu čtyř měsíců při teplotě 22 °C na světle a ve tmě, při 10 °C a 6 °C. Body 2–6 označují postupný sled měření, kdy první měření bylo provedeno 9. 11. 2015, druhé 30. 11. 2015, třetí, 21. 12. 2015, čtvrté 14. 1. 2016, páté 1. 2. 2016 a šesté 22. 2. 2016. První měření bylo kontrolní, kdy vzorky olejů sloužily při vyhodnocení jako standard, od kterého se zjišťovaly změny, hodnoty ΔE_{ab}^* byly 0.

U hroznového oleje 2015 (obr. 40) byla zaznamenána nejvýraznější změna při 22 °C na světle, kdy se nejdříve projevil jasně postřehnutelný rozdíl, zhruba v polovině doby skladování střední až výrazný a nakonec velmi výrazný rozdíl. Při teplotě 22 °C ve

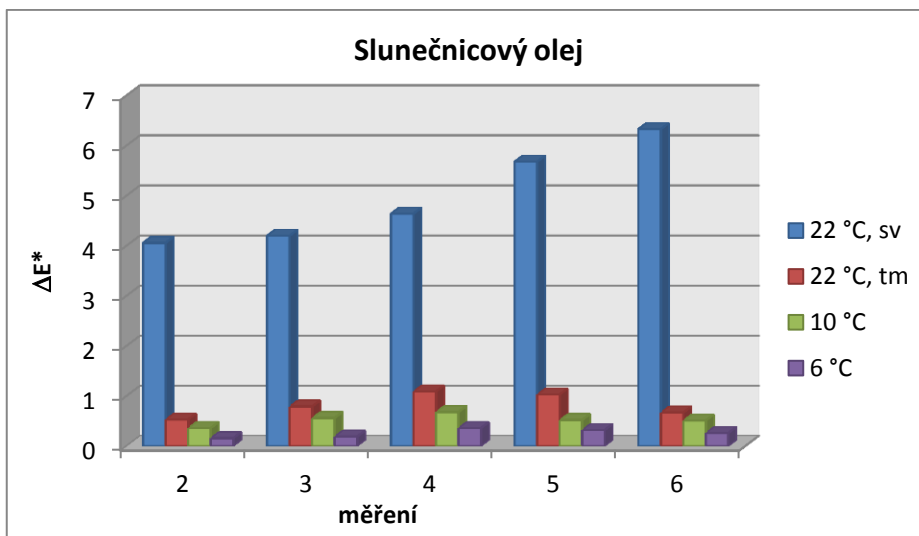
tmě byl na konci skladování zjištěn jasně postřehnutelný rozdíl, při 10 °C velmi slabý rozdíl a při 6 °C rozdíl slabý.



Obr. 41 Výsledné hodnoty ΔE_{ab}^* hroznového oleje 2014

Měření barvy hroznového oleje 2014 uloženého po dobu čtyř měsíců při teplotě 22 °C na světle a ve tmě, při 10 °C a 6 °C. Body 2–6 označují postupný sled měření, kdy první měření bylo provedeno 9. 11. 2015, druhé 30. 11. 2015, třetí, 21. 12. 2015, čtvrté 14. 1. 2016, páté 1. 2. 2016 a šesté 22. 2. 2016. První měření bylo kontrolní, kdy vzorky olejů sloužily při vyhodnocení jako standard, od kterého se zjišťovaly změny, hodnoty ΔE_{ab}^* byly 0.

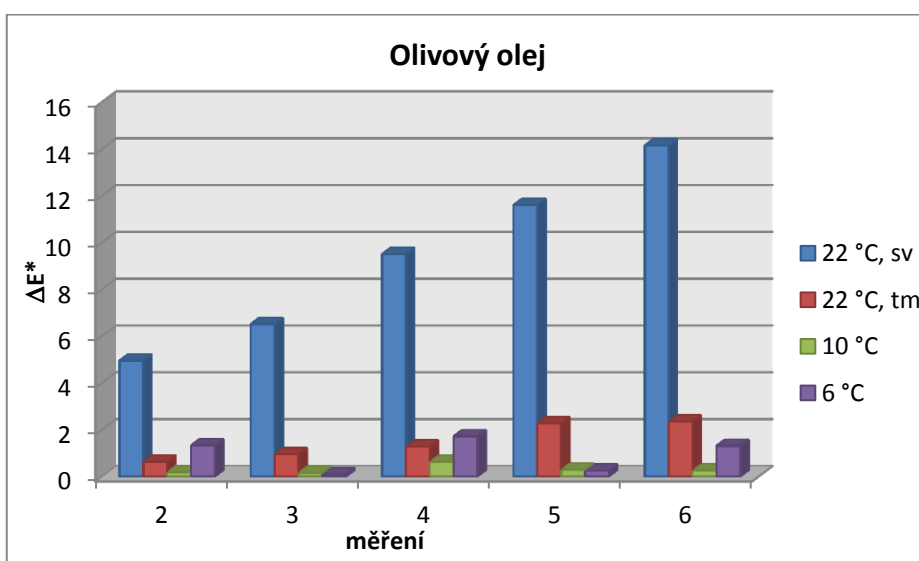
Největší změna barvy u hroznového oleje 2014 (obr. 41) nastala při teplotě 22 °C na světle, kdy byl stanoven zpočátku výrazný rozdíl, následně velmi výrazný a na konci skladování až rušící rozdíl. Při teplotě 22 °C ve tmě se zjistil slabý rozdíl, při 10 °C zpočátku nepostřehnutelný, následně velmi slabý a při 6 °C také slabý.



Obr. 42 Výsledné hodnoty ΔE_{ab}^* slunečnicového oleje

Měření barvy slunečnicového oleje uloženého po dobu čtyř měsíců při teplotě 22 °C na světle a ve tmě, při 10 °C a 6 °C. Body 2–6 označují postupný sled měření, kdy první měření bylo provedeno 9. 11. 2015, druhé 30. 11. 2015, třetí, 21. 12. 2015, čtvrté 14. 1. 2016, páté 1. 2. 2016 a šesté 22. 2. 2016. První měření bylo kontrolní, kdy vzorky olejů sloužily při vyhodnocení jako standard, od kterého se zjišťovaly změny, hodnoty ΔE_{ab}^* byly 0.

Barva slunečnicového oleje (obr. 42) se změnila nejvíce při 22 °C na světle, a to se středním až mírně výrazným rozdílem. Při 22 °C ve tmě se projevil slabý rozdíl, při 10 °C velmi slabý až slabý a při 6 °C velmi slabý.



Obr. 43 Výsledné hodnoty ΔE_{ab}^* olivového oleje

Měření barvy olivového oleje uloženého po dobu čtyř měsíců při teplotě 22 °C na světle a ve tmě, při 10 °C a 6 °C. Body 2–6 označují postupný sled měření, kdy první měření bylo provedeno 9. 11. 2015, druhé 30. 11. 2015, třetí, 21. 12. 2015, čtvrté 14. 1. 2016, páté 1. 2. 2016 a šesté 22. 2. 2016. První měření bylo kontrolní, kdy vzorky olejů sloužily při vyhodnocení jako standard, od kterého se zjišťovaly změny, hodnoty ΔE_{ab}^* byly 0.

I barva olivového oleje (obr. 43) byla nejméně stabilní znaku při 22 °C, kdy nejdříve nastal střední rozdíl, poté výrazný a na konci skladování velmi výrazný. Při 22 °C ve tmě byl patrný slabý a na konci skladování jasně postřehnutelný rozdíl, při 10 °C nepostřehnutelný až slabý a při 6 °C nepostřehnutelný až jasně postřehnutelný.

Nejvyššího jas (L^*) dosáhl olej slunečnicový, který měl v tomto znaku vysoké hodnoty. Následoval olej olivový, hroznový 2015 a nakonec olej hroznový 2014, který měl až o polovinu nižší hodnoty než slunečnicový olej, z čehož vyplývá, že jeho barva byla nejtmaší. Hroznové oleje 2015 a 2014 nabývaly kladných hodnot a^* , ne však vysokých, tudíž směřovaly spíše k červené barvě. Na rozdíl od slunečnicového a olivového oleje, které dosahovaly záporných hodnot a^* , ale blízko 0, což značí mírně zelenou barvu. V barevném odstínu b^* dosahovaly vzorky olejů vysokých kladných hodnot s výjimkou slunečnicového oleje, který měl také kladné hodnoty, ale oproti ostatním olejům podstatně nižší. Vyplývá z toho, že v tomto znaku se hodnoty všech olejů pohybovaly v oblasti barvy žluté. Nejsytější (C^*) barva byla barva hroznového oleje 2015, následoval olivový olej, hroznový olej 2014 a nakonec olej slunečnicový, u kterého byly naměřeny podstatně nižší hodnoty oproti hroznovému oleji 2015. Hodnoty h^* (odstín) byly u všech vzorků olejů dosti podobné.

Ze získaných výsledků vyplývá, že nejhorší vliv na stabilitu barvy olejů mělo světlo a teplota 22 °C. Nejméně stabilní při této podmínce skladování byl hroznový olej 2014 a nejstabilnější olej slunečnicový. Při ostatních podmínkách skladování se projevil jen nepatrné změny v hodnotách a u jednotlivých vzorků olejů se jen málo lišily.

Měření barvy je důležitým parametrem v důsledku vztahu mezi barevnými atributy potravin a přijatelnosti potravin ze strany spotřebitele. Studie a interpretace barevných indexů v potravinářských výrobcích je složitá a náročná, protože existuje mnoho proměnných, které mohou ovlivnit výsledek. Výsledky studií naznačují, že u rostlinných olejů, uložených při vyšších teplotách se mohou projevit mírné změny v jejich barvě, avšak tyto změny nejsou často výrazné a mohou být obtížné postřehnutelné pou-

hým okem. Existuje mnoho pigmentů, které přispívají k barvě například olivového oleje, mezi které patří chlorofyly a karotenoidy (AYTON, MAILER, GRAHAM, 2012).

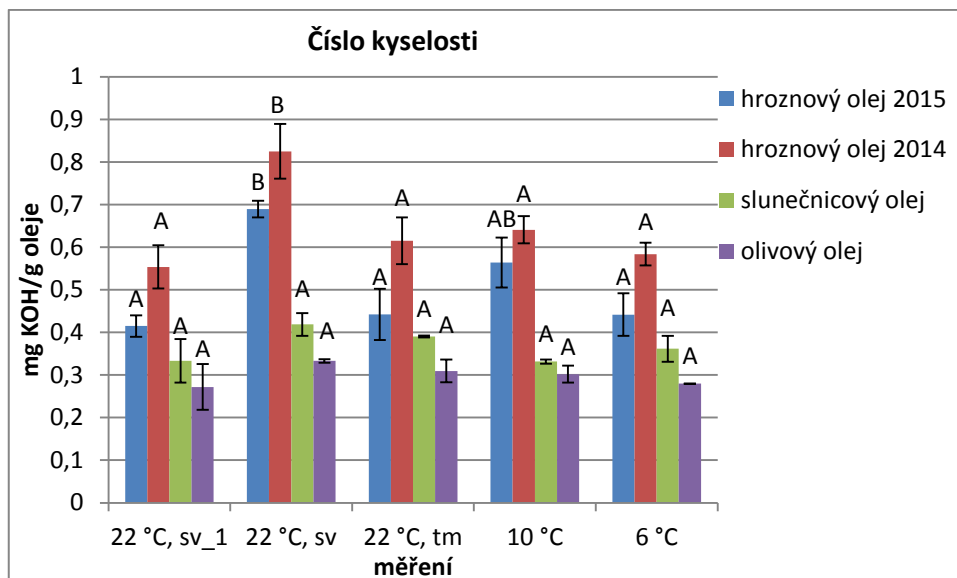
5.3 Číslo kyselosti

Číslo kyselosti se stanovovalo u vzorků č. 1–4 na začátku skladování a u vzorků č. 1–16 na konci skladování po čtyřech měsících. Jedná se vzorky jednotlivých druhů olejů, uložených v různých teplotních podmínkách po dobu čtyř měsíců. Přehled výsledků uvádí tabulka v příloze 6.

Číslo kyselosti udává, jaký je obsah volných mastných kyselin v oleji. Pokud je hodnota čísla kyselosti vyšší, svědčí to o tom, že se v tuku vyskytují volné mastné kyseliny ve vyšším množství (BEČKA, 2007). V čerstvém kvalitním tuku se číslo kyselosti pohybuje od desetin až po jednotky. Pokud tyto hodnoty vzrůstají, znamená to, že u tuků proběhlo hlubší oxidační žluknutí nebo je to výsledek činností lipas (KALAČ, 1999). Souvisí to se zastoupením poškozených a porostlých semen a s výskytem povodní či větších dešťů, kdy se zvyšuje vlhkost semen, dochází k jejich zaplísnění a množení skladištních škůdců. Taková semena pak nejsou vhodná pro výrobu rostlinných olejů. Literatura udává, že číslo kyselosti čerstvých rostlinných olejů nemá být vyšší než 2,5 mg KOH/g tuku (BEČKA, 2007). Vyhláška Ministerstva zemědělství č. 328/1997 Sb., kterou se provádí § 18 písm. a), d), h), i), j) a k) zákona č. 110/1997 Sb., o potravinách a tabákových výrobcích a o změně a doplnění některých souvisejících zákonů, pro mléko a mléčné výrobky, zmrzliny a mražené krémy a jedlé tuky a oleje, stanovuje, že požadavky na jakost rostlinných tuků a olejů jsou následující:

Tab. 6 Požadavky na jakost rostlinných olejů

Uvedené hodnoty platí pro všechny rostlinné tuky a oleje a jejich směsi	
Číslo kyselosti (mg KOH/	max. 0,6
Číslo kyselosti pro oleje lisované za studena (mg KOH/g tuku)	max. 4,0
Číslo peroxidové (mekv. per. kysl./kg)	max. 10,0
Látky těkavé při 105 °C (%)	max. 0,2



Obr. 44 Vyhodnocení čísel kyselosti vzorků olejů (v mg KOH/g oleje)

Stanovení čísla kyselosti jednotlivých druhů olejů uložených po dobu čtyř měsíců při teplotě 22 °C na světle a ve tmě, při 10 °C a 6 °C. První měření (22 °C, sv_1) bylo provedeno 9. 11. 2015 a další 22. 2. 2016.

Ze získaných výsledků (obr. 44) lze usoudit, že ani u jednoho z šestnácti vzorků nevyšlo číslo kyselosti vyšší, než 4 mg KOH/g tuku, které stanovuje legislativa, a to jak na začátku skladování, tak i na konci skladování. Čísla kyselosti jednotlivých vzorků olejů se na začátku a konci skladování po čtyřech měsících příliš nelišila, všechny hodnoty se na konci skladování při všech teplotách jen mírně zvýšily. Výrazněji se číslo kyselosti zvýšilo pouze u hroznového oleje 2015 a 2014 na konci skladování při teplotě 22 °C na světle, což je i statisticky průkazné ($p < 0,05$). U hroznového oleje 2015 došlo k mírnému zvýšení čísla kyselosti i při 10 °C, stejně tak tomu bylo i hroznového oleje 2014. Výsledky jsou však statisticky neprůkazné.

Vyplývá z toho, že ve všech vzorcích olejů byl přijatelný výskyt volných mastných kyselin a ani skladování olejů po dobu čtyř měsíců při pokojové teplotě na světle a ve tmě, při 10 °C a 6 °C výrazným způsobem neovlivnilo hodnoty čísla kyselosti a tím již zmíněný obsah volných mastných kyselin. Lze usoudit, že v tomto znaku byly použité vzorky olejů stálé.

5.4 Stanovení mastných kyselin plynovou chromatografií

Stanovení mastných kyselin bylo provedeno u vzorku č. 1–4 na začátku skladování před tím, než byly oleje uloženy v různých podmínkách a následně u vzorku č. 1–16 po čtyřech měsících skladování. Každý vzorek byl proměřen dvakrát a následně se získal průměrný výsledek. Sledovala se změna v obsahu mastných kyselin ve vzorcích olejů na začátku a na konci skladování.

Pro větší přehlednost uvádí tab. 7 přehled jen nejvíce zastoupených mastných kyselin ve vzorcích olejů. V tab. 8 lze najít celkový obsah nasycených (SFA), mononenasycených (MUFA) a polynenasycených (PUFA) mastných kyselin. Podíl jednotlivých mastných kyselin je vyjádřen v procentech. V příloze 7 jsou pak uvedeny chromatogramy vybraných vzorků a k tomu příslušné tabulky s retenčními časy.

Tab. 7 Přehled nejvíce zastoupených mastných kyselin ve vzorcích olejů (%)

<i>vzorky</i>	palmitic	stearic	oleic	linoleic
1_1	11,25	4,60	16,65	66,30
2_1	10,25	4,10	14,30	70,65
3_1	8,40	4,15	31,00	55,60
4_1	18,15	2,20	66,65	10,25
1_6	9,35	4,65	26,55	58,65
2_6	10,50	4,40	8,35	75,95
3_6	8,40	4,15	31,00	55,60
4_6	18,15	2,20	66,65	10,25
5_6	10,55	3,75	16,50	68,65
6_6	7,05	3,65	15,30	72,45
7_6	8,30	4,15	31,80	55,40
8_6	14,45	3,20	69,65	10,15
9_6	11,55	4,00	18,60	64,95
10_6	7,60	4,00	16,30	70,80
11_6	8,30	3,90	30,95	56,35
12_6	20,40	7,70	59,60	8,10
13_6	17,90	14,30	30,15	35,35
14_6	15,05	4,95	17,20	54,95
15_6	14,75	4,60	29,55	50,50
16_6	20,25	4,30	62,00	10,80

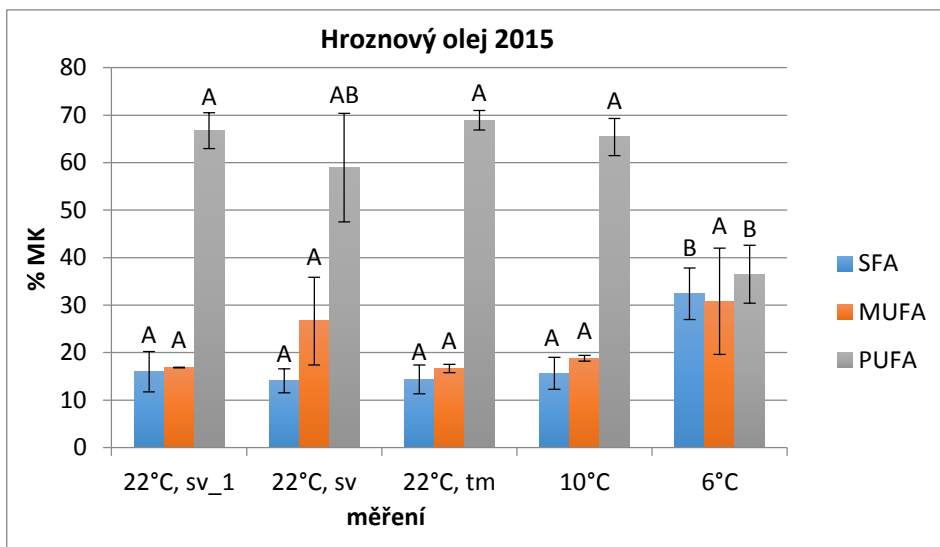
Tab. 7 uvádí přehled nejvíce zastoupených MK v % ve vzorcích olejů uskladněných po dobu čtyř měsíců. Vzorky č. 1_1 až 4_1 označují vzorky měřené na začátku

skladování a vzorky č. 1_6 až 16_6 jsou pak vzorky měřené na konci skladování po čtyřech měsících.

Tab. 8 Celkové zastoupení MK ve vzorcích olejů (%)

<i>vzorky</i>	SFA	MUFA	PUFA
1_1	15,95	16,85	66,75
2_1	14,40	14,40	71,20
3_1	14,25	28,45	57,25
4_1	17,40	72,85	9,40
1_6	14,05	26,65	58,95
2_6	14,95	8,45	76,40
3_6	12,60	31,10	56,00
4_6	20,35	68,75	10,80
5_6	14,35	16,65	68,95
6_6	10,80	15,55	73,45
7_6	12,50	31,85	55,70
8_6	17,70	71,05	10,85
9_6	15,65	18,80	65,40
10_6	11,70	16,40	71,70
11_6	12,25	31,00	56,70
12_6	28,80	61,95	8,85
13_6	32,40	30,80	36,50
14_6	20,00	17,20	62,80
15_6	19,95	29,55	50,50
16_6	24,55	64,65	10,80

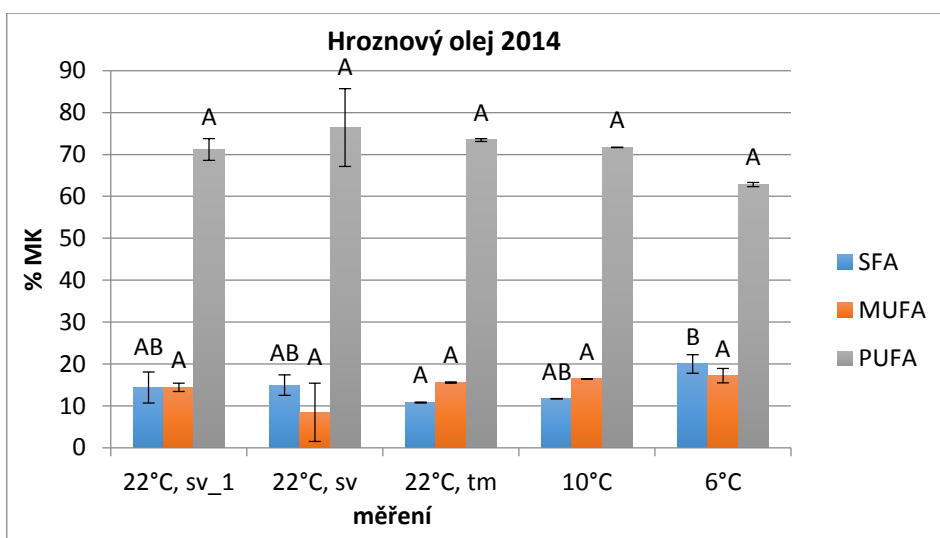
Tab. 8 uvádí procentuální zastoupení SFA, MUFA a PUFA ve vzorcích olejů uskladněných po dobu čtyř měsíců. Vzorky č. 1_1 až 4_1 označují vzorky měřené na začátku skladování a vzorky č. 1_6 až 16_6 jsou pak vzorky měřené na konci skladování po čtyřech měsících. Stabilita rostlinných olejů je určena jejich složením mastných kyselin a antioxidantů, především tokoferolů, ale i jiné nezmýdelnitelných složek. Vliv mastných kyselin na stabilitu olejů závisí především na stupni jejich nenasycenosti (KAMAL-ELDIN, 2006).



Obr. 45 Stanovení MK hroznového oleje 2015

Stanovení mastných kyselin hroznového oleje 2015 uloženého po dobu čtyř měsíců při teplotě 22 °C na světle a ve tmě, při 10 °C a 6 °C. Pod označení 22 °C, sv_1 je vzorek hroznového oleje 2015 na začátku skladování. Měření bylo provedeno 2. 3. 2016.

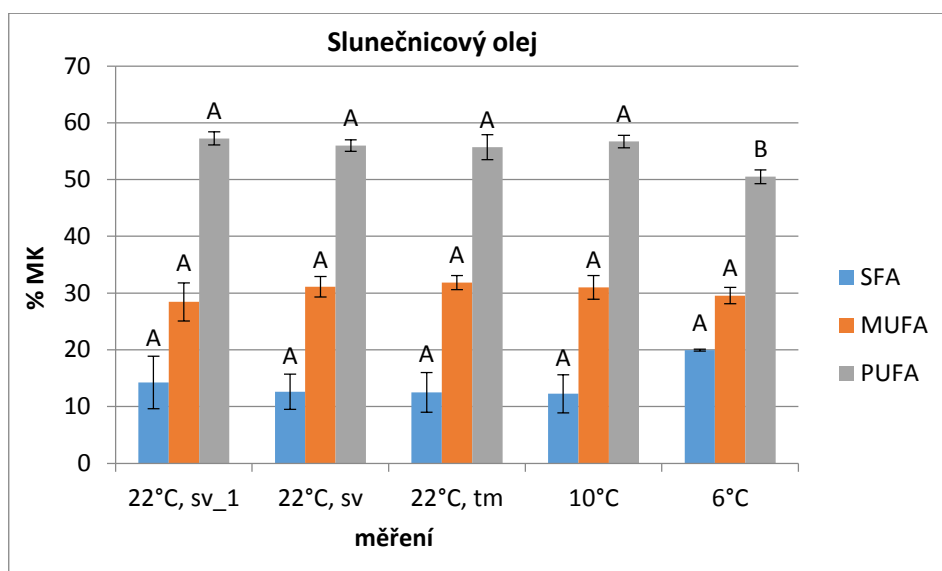
U hroznového oleje 2015 (obr. 45) v průběhu skladování nastala výraznější změna v obsahu mastných při teplotě 6 °C, kdy obsah SFA se až dvojnásobně zvýšil a naopak obsah MUFA a PUFA klesl téměř o polovinu. Při teplotě 22 °C na světle na konci skladování se mírně zvýšil obsah MUFA a snížil obsah PUFA. Při ostatních teplotách se neprojeví větší změny. Změna v obsahu SFA a PUFA na konci skladování při 6 °C je statisticky průkazná ($p < 0,05$).



Obr. 46 Stanovení MK hroznového oleje 2014

Stanovení mastných kyselin hroznového oleje 2014 uloženého po dobu čtyř měsíců při teplotě 22 °C na světle a ve tmě, při 10 °C a 6 °C. Pod označení 22 °C, sv_1 je vzorek hroznového oleje 2014 na začátku skladování. Měření bylo provedeno 2. 3. 2016.

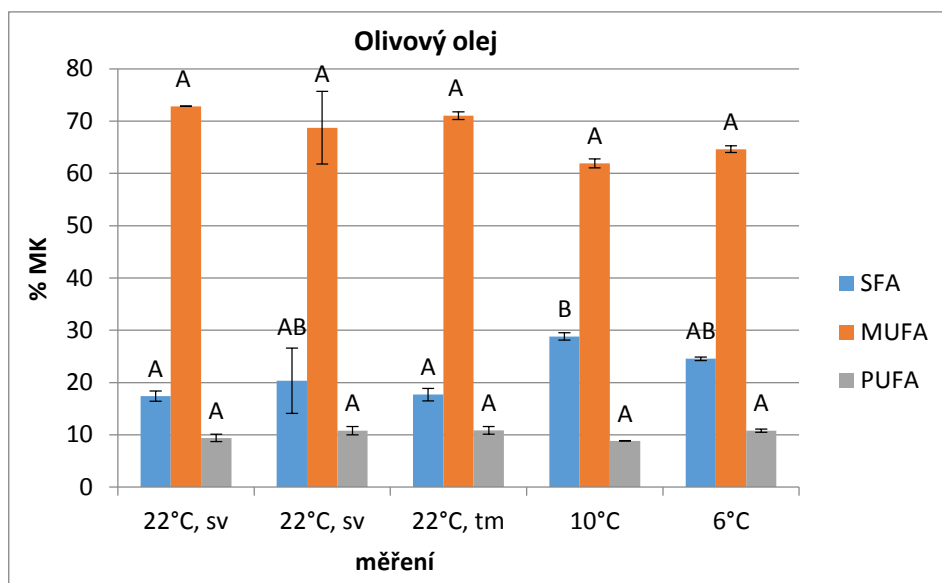
Na obr. 46 je vidět, že u hroznového oleje 2014 nenastaly tolik výrazné změny v obsahu MK v průběhu skladování. Obsah SFA se zvýšil při 6 °C, což je i statisticky průkazné ($p < 0,05$). Při této teplotě se projevila i malá změna v obsahu PUFA, kdy se hodnoty nepatrně snížily. Při 22 °C na světle došlo ke snížení obsahu MUFA téměř o polovinu než na začátku skladování a mírně se zvýšil obsah PUFA.



Obr. 47 Stanovení MK slunečnicového oleje

Stanovení mastných kyselin slunečnicového oleje uloženého po dobu čtyř měsíců při teplotě 22 °C na světle a ve tmě, při 10 °C a 6 °C. Pod označení 22 °C, sv_1 je vzorek slunečnicového oleje na začátku skladování. Měření bylo provedeno 2. 3. 2016.

U slunečnicového oleje se nezjistily výrazné změny v obsahu MK, což je parné z obr. 47. Statisticky významná změna ($p < 0,05$) se projevila pouze v obsahu PUFA při teplotě 6 °C na konci skladování. Při této teplotě se mírně zvýšil obsah SFA.



Obr. 48 Stanovení MK olivového oleje

Stanovení mastných kyselin hroznového oleje 2015 uloženého po dobu čtyř měsíců při teplotě 22 °C na světle a ve tmě, při 10 °C a 6 °C. Pod označení 22 °C, sv_1 je vzorek hroznového oleje 2015 na začátku skladování. Měření bylo provedeno 2. 3. 2016.

Z výsledků (obr. 48) lze konstatovat, že u olivového oleje byla zaznamenána mírná změna v obsahu SFA při teplotě 10 °C a 6 °C na konci skladování. Při teplotě 10 °C je změna v obsahu SFA statisticky průkazná ($p < 0,05$). Při těchto teplotách nepatrně klesly hodnoty v obsahu MUFA. Ostatní hodnoty se výrazně nezměnily. V publikaci AYTON, MAILER, GRAHAM (2012) také nebyl zjištěn žádný významný vliv teploty skladování na profil mastných kyselin olivových olejů, kdy obsah SFA, MUFA a PUFA byl stejný jako při počáteční analýze nebo velmi podobný.

V hroznovém oleji 2015 největší podíl mastných kyselin tvořila kyselina linolová, jejíž obsah na začátku skladování byl 66,75 %. V hroznovém oleji 2014 měla největší zastoupení také kyselina linolová, jejíž obsah činil 70,65 %. Tyto hodnoty odpovídají hodnotám mastných kyselin zjištěných ve studii, kde se zkoumal obsah mastných kyselin v hroznových olejích. Z mastných kyselin také převládala kyselina linolová, jejíž hodnota se pohybovala od 68,5 do 72,3 %, následovala kyselina olejová v rozmezí 16,3 až 18,7 % a kyselina palmitová od 5,11 do 8,08 % (OVCHAROVÁ, ZLATANOV, IVANOV, 2014). Nižší hodnota kyseliny linolové v hroznovém oleji byla zjištěna v jiné studii zkoumající obsah mastných kyselin v hroznovém oleji, kdy se její obsah pohyboval kolem 53,67 %, avšak obsah kyseliny olejové 16,23 % a palmitové 6,91 % odpoví-

dal. Obsah kyseliny stearové byl také nižší, jejíž hodnota byla 1,44 % (SABIR, UNVER, KARA, 2012). I ve slunečnicovém oleji tvořila největší podíl mastných kyselin kyselina linolová, a to 55,60 %. V olivovém oleji byl na začátku skladování naměřen největší podíl kyseliny olejové, který činil 66,65 %. Z výsledků studie zabývající se obsahem mastných kyselin v olivovém oleji vyplývá, že největší podíl mastných kyselin v olivovém oleji tvořila také kyselina olejová, a to v množství 60,81–68,98 % (MARONGUI et al., 2015).

Z výše uvedených grafů a tabulek lze konstatovat, že podíl jednotlivých mastných kyselin se ve vzorcích olejů při různých teplotách v průběhu skladování změnil nepatrně jen u některých olejů. K nejvýraznější změně došlo u hroznového oleje 2015, kdy se na konci skladování snížil podíl kyseliny linolové a olejové a zvýšil podíl kyseliny palmitové a stearové při 6 °C téměř o polovinu. Výraznější snížení podílu kyseliny linolové a zvýšení podílu kyseliny palmitové se projevilo u hroznového oleje 2014 na konci skladování při teplotě 6 °C. Méně výrazné změny v podílu mastných kyselin byly zaznamenány u olivového oleje, kdy se na konci skladování také snížil podíl linolové kyseliny a zvýšil podíl kyseliny palmitové a stearové při 22 °C na světle a 10 °C. Téměř žádné změny v podílu mastných kyselin se neprojevily v průběhu skladování u slunečnicového oleje při žádné teplotě.

Lze říci, že hroznové oleje byly méně stabilní v podílu mastných kyselin během skladování oproti slunečnicovému oleji. Jednotlivé teploty a skladování po dobu čtyř měsíců neměly příliš velký vliv na obsah mastných kyselin ve vzorcích olejů. Výsledky ukazují, že teplota skladování vede k rozpadu jednotlivých mastných kyselin, ale konzistentní rychlostí, a proto se podíl mastných kyselin nemění (AYTON, MAILER, GRAHAM, 2012). K tomu, aby byla zaznamenaná výraznější změna v obsahu MK, by byla potřeba delší doba skladování vzorků olejů než čtyři měsíce.

5.5 Statistické vyhodnocení

5.5.1 Stanovení čísla kyselosti

Statistické vyhodnocení bylo provedeno dle Duncanova testu. Jako proměnné byly zvoleny výsledné hodnoty čísel kyselosti. Statistika se stanovila u všech vzorků olejů uložených v různých podmínkách skladování, a to na začátku a na konci skladování. Přehled jednotlivých výsledků je uveden v následujících tabulkách.

Tab. 9 Statistické vyhodnocení čísla kyselosti hroznového oleje 2015

Duncanův test; proměnná acid value (Tabulka10 v PS1) Homogenní skupiny, alfa = ,05000 Chyba: meziskup. PČ = ,00421, sv = 5,0000				
Č. buňky	Prom1	acid value Průměr	1	2
1	1_1	0,415200	****	
5	4_6	0,441950	****	
3	2_6	0,442250	****	
4	3_6	0,564150	****	****
2	1_6	0,689800		****

1_1 označuje měření na začátku skladování, 1_6 měření na konci skladování při 22 °C na světle, 2_6 měření na konci skladování při 22 °C ve tmě, 3_6 měření na konci skladování při 10 °C a 4_6 měření na konci skladování při 6 °C.

Z tab. 9 je patrné, že průměrná hodnota čísla kyselosti hroznového oleje 2015 při 22 °C na konci skladování se statisticky průkazně liší ($p < 0,05$) od průměrných hodnot čísel kyselosti zjištěných na začátku skladování, při 22 °C ve tmě a 6 °C na konci skladování.

Tab. 10 Statistické vyhodnocení čísla kyselosti hroznového oleje 2014

Duncanův test; proměnná acid value (Tabulka10 v PS1) Homogenní skupiny, alfa = ,05000 Chyba: meziskup. PČ = ,00456, sv = 5,0000				
Č. buňky	Prom1	acid value Průměr	1	2
1	1_1	0,553900	****	
5	4_6	0,583950	****	
3	2_6	0,615200	****	
4	3_6	0,641100	****	
2	1_6	0,825350		****

1_1 označuje měření na začátku skladování, 1_6 měření na konci skladování při 22 °C na světle, 2_6 měření na konci skladování při 22 °C ve tmě, 3_6 měření na konci skladování při 10 °C a 4_6 měření na konci skladování při 6 °C.

Ze získaných výsledků tab. 10 lze konstatovat, že průměrná hodnota čísla kyselosti hroznového oleje 2014 při 22 °C na konci skladování se statisticky průkazně liší

($p < 0,05$) od ostatních průměrných hodnot čísel kyselosti vzorků olejů uložených po dobu čtyř měsíců.

Tab. 11 Statistické vyhodnocení čísla kyselosti slunečnicového oleje

Č. buňky	Duncanův test; proměnná acid value (Tabulka10 v PS1) Homogenní skupiny, alfa = ,05000 Chyba: meziskup. PČ = ,00172, sv = 5,0000		
	Prom1	acid value Průměr	1
4	3_6	0,331550	****
1	1_1	0,333300	****
5	4_6	0,361700	****
3	2_6	0,390400	****
2	1_6	0,418900	****

1_1 označuje měření na začátku skladování, 1_6 měření na konci skladování při 22 °C na světle, 2_6 měření na konci skladování při 22 °C ve tmě, 3_6 měření na konci skladování při 10 °C a 4_6 měření na konci skladování při 6 °C.

Z tab. 11 vyplývá, že průměrné hodnoty čísel kyselosti slunečnicového oleje se od sebe statisticky průkazně neliší.

Tab. 12 Statistické vyhodnocení čísla kyselosti olivového oleje

Č. buňky	Duncanův test; proměnná acid value (Tabulka10 v PS1) Homogenní skupiny, alfa = ,05000 Chyba: meziskup. PČ = ,00161, sv = 5,0000		
	Prom1	acid value Průměr	1
1	1_1	0,272050	****
5	4_6	0,279850	****
4	3_6	0,302100	****
3	2_6	0,309550	****
2	1_6	0,333150	****

1_1 označuje měření na začátku skladování, 1_6 měření na konci skladování při 22 °C na světle, 2_6 měření na konci skladování při 22 °C ve tmě, 3_6 měření na konci skladování při 10 °C a 4_6 měření na konci skladování při 6 °C.

Z tab. 12 je patrné, že průměrné hodnoty čísel kyselosti olivového oleje se od sebe statisticky průkazně neliší.

5.5.2 Stanovení mastných kyselin

Statistické vyhodnocení bylo provedeno dle Duncanova testu. Jako proměnné byly zvoleny SFA, MUFA a PUFA. Statistika se stanovila u všech vzorků olejů uložených v různých podmínkách skladování, a to na začátku a na konci skladování. Přehled jednotlivých výsledků je uveden v následujících tabulkách.

Tab. 13 Statistické vyhodnocení SFA hroznového oleje 2015

Duncanův test; proměnná SFA (Tabulka1 v PS1) Homogenní skupiny, alfa = ,05000 Chyba: meziskup. PČ = 29,700, sv = 5,0000				
Č. buňky	Prom1	SFA Průměr	1	2
2	1/1a/6	14,05000	****	
3	1/1b/6	14,35000	****	
4	1/2b/6	15,65000	****	
1	1/1a/1	15,95000	****	
5	1/3b/6	32,40000		****

1/1a/1 označuje měření na začátku skladování, 1/1a/6 měření na konci skladování při 22 °C na světle (a – světlo), 1/1b/6 měření na konci skladování při 22 °C ve tmě (b – tma), 1/2b/6 měření na konci skladování při 10 °C, 1/3b/6 měření na konci skladování při 6 °C.

Tab. 13 uvádí statistické vyhodnocení SFA hroznového oleje 2015. Lze vidět, že průměrná hodnota SFA hroznového oleje 2015 při 6 °C na konci skladování se statisticky průkazně liší ($p < 0,05$) od ostatních průměrných hodnot obsahu SFA při daných podmínkách skladování.

Tab. 14 Statistické stanovení MUFA hroznového oleje 2015

Duncanův test; proměnná MUFA (Tabulka1 v PS1) Homogenní skupiny, alfa = ,05000 Chyba: meziskup. PČ = 84,835, sv = 5,0000			
Č. buňky	Prom1	MUFA Průměr	1
3	1/1b/6	16,65000	****
1	1/1a/1	16,85000	****
4	1/2b/6	18,80000	****
2	1/1a/6	26,65000	****
5	1/3b/6	30,80000	****

1/1a/1 označuje měření na začátku skladování, 1/1a/6 měření na konci skladování při 22 °C na světle (a – světlo), 1/1b/6 měření na konci skladování při 22 °C ve tmě (b – tma), 1/2b/6 měření na konci skladování při 10 °C, 1/3b/6 měření na konci skladování při 6 °C.

Z tab. 14 Je patrné, že průměrné hodnoty v obsahu MUFA se od sebe statisticky průkazně neliší.

Tab. 15 Statistické stanovení PUFA hroznového oleje 2015

Duncanův test; proměnná PUFA (Tabulka1 v PS1) Homogenní skupiny, alfa = ,05000 Chyba: meziskup. PČ = 80,715, sv = 5,0000				
Č. buňky	Prom1	PUFA Průměr	1	2
5	1/3b/6	36,50000		****
2	1/1a/6	58,95000	****	****
4	1/2b/6	65,40000	****	
1	1/1a/1	66,75000	****	
3	1/1b/6	68,95000	****	

1/1a/1 označuje měření na začátku skladování, 1/1a/6 měření na konci skladování při 22 °C na světle (a – světlo), 1/1b/6 měření na konci skladování při 22 °C ve tmě (b – tma), 1/2b/6 měření na konci skladování při 10 °C, 1/3b/6 měření na konci skladování při 6 °C.

Tab. 15 uvádí statistické vyhodnocení PUFA hroznového oleje 2015. Z výsledků lze konstatovat, že průměrná hodnota obsahu PUFA hroznového oleje 2015 při 6 °C na konci skladování se statisticky průkazně liší ($p < 0,05$) od průměrných hodnot PUFA na začátku skladování, při 22 °C ve tmě a 10 °C na konci skladování.

Tab. 16 Statistické stanovení SFA hroznového oleje 2014

Duncanův test; proměnná SFA (Tabulka1 v PS1) Homogenní skupiny, alfa = ,05000 Chyba: meziskup. PČ = 9,8170, sv = 5,0000				
Č. buňky	Prom1	SFA Průměr	1	2
3	2/1b/6	10,80000	****	
4	2/2b/6	11,70000	****	****
1	2/1a/1	14,40000	****	****
2	2/1a/6	14,95000	****	****
5	2/3b/6	20,00000		****

2/1a/1 označuje měření na začátku skladování, 2/1a/6 měření na konci skladování při 22 °C na světle (a – světlo), 2/1b/6 měření na konci skladování při 22 °C ve tmě (b – tma), 2/2b/6 měření na konci skladování při 10 °C, 2/3b/6 měření na konci skladování při 6 °C.

V tab. 16 lze vidět statistické vyhodnocení SFA hroznového oleje 2014. Z výsledků vyplývá, že průměrná hodnota SFA hroznového oleje 2014 při 6 °C na konci skladování se statisticky průkazně liší ($p < 0,05$) od průměrné hodnoty SFA při 22 °C ve tmě na konci skladování.

Tab. 17 Statistické stanovení MUFA hroznového oleje 2014

Duncanův test; proměnná MUFA (Tabulka1 v PS1) Homogenní skupiny, alfa = ,05000 Chyba: meziskup. PČ = 20,886, sv = 5,0000			
Č. buňky	Prom1	MUFA Průměr	1
2	2/1a/6	8,45000	****
1	2/1a/1	14,40000	****
3	2/1b/6	15,55000	****
4	2/2b/6	16,40000	****
5	2/3b/6	17,20000	****

2/1a/1 označuje měření na začátku skladování, 2/1a/6 měření na konci skladování při 22 °C na světle (a – světlo), 2/1b/6 měření na konci skladování při 22 °C ve tmě (b – tma), 2/2b/6 měření na konci skladování při 10 °C, 2/3b/6 měření na konci skladování při 6 °C.

V tab. 17 je uvedeno statistické vyhodnocení MUFA hroznového oleje 2014. Je patrné, že průměrné hodnoty MUFA hroznového oleje 2014 při daných podmínkách skladování se statisticky průkazně neliší.

Tab. 18 Statistické stanovení PUFA hroznového oleje 2014

Duncanův test; proměnná PUFA (Tabulka1 v PS1) Homogenní skupiny, alfa = ,05000 Chyba: meziskup. PČ = 37,449, sv = 5,0000			
Č. buňky	Prom1	PUFA Průměr	1
5	2/3b/6	62,80000	****
1	2/1a/1	71,20000	****
4	2/2b/6	71,70000	****
3	2/1b/6	73,45000	****
2	2/1a/6	76,40000	****

2/1a/1 označuje měření na začátku skladování, 2/1a/6 měření na konci skladování při 22 °C na světle (a – světlo), 2/1b/6 měření na konci skladování při 22 °C ve tmě (b – tma), 2/2b/6 měření na konci skladování při 10 °C, 2/3b/6 měření na konci skladování při 6 °C.

Tab. 18 uvádí statistické vyhodnocení PUFA hroznového oleje 2014. Lze říci, že průměrné hodnoty PUFA hroznového oleje 2014 při daných podmínkách skladování se statisticky průkazně neliší.

Tab. 19 Statistické stanovení SFA slunečnicového oleje

Č. buňky	Duncanův test; proměnná SFA (Tabulka6 v PS1) Homogenní skupiny, alfa = ,05000 Chyba: meziskup. PČ = 21,891, sv = 5,0000		
	Prom1	SFA Průměr	1
4	3/2b/6	12,25000	****
3	3/1b/6	12,50000	****
2	3/1a/6	12,60000	****
1	3/1a/1	14,25000	****
5	3/3b/6	19,95000	****

3/1a/1 označuje měření na začátku skladování, 3/1a/6 měření na konci skladování při 22 °C na světle (a – světlo), 3/1b/6 měření na konci skladování při 22 °C ve tmě (b – tma), 3/2b/6 měření na konci skladování při 10 °C, 3/3b/6 měření na konci skladování při 6 °C.

V tab. 19 je statistické vyhodnocení SFA slunečnicového oleje. Lze konstatovat, že průměrné hodnoty SFA slunečnicového oleje při daných podmínkách skladování se statisticky průkazně neliší.

Tab. 20 Statistické stanovení MUFA slunečnicového oleje

Č. buňky	Duncanův test; proměnná MUFA (Tabulka6 v PS1) Homogenní skupiny, alfa = ,05000 Chyba: meziskup. PČ = 9,0150, sv = 5,0000		
	Prom1	MUFA Průměr	1
1	3/1a/1	28,45000	****
5	3/3b/6	29,55000	****
4	3/2b/6	31,00000	****
2	3/1a/6	31,10000	****
3	3/1b/6	31,85000	****

3/1a/1 označuje měření na začátku skladování, 3/1a/6 měření na konci skladování při 22 °C na světle (a – světlo), 3/1b/6 měření na konci skladování při 22 °C ve tmě (b – tma), 3/2b/6 měření na konci skladování při 10 °C, 3/3b/6 měření na konci skladování při 6 °C.

Tab. 20 shrnuje statistické vyhodnocení MUFA slunečnicového oleje. Z výsledků vyplývá, že průměrné hodnoty MUFA slunečnicového oleje při daných podmínkách skladování se statisticky průkazně neliší.

Tab. 21 Statistické stanovení PUFA slunečnicového oleje

Duncanův test; proměnná PUFA (Tabulka6 v PS1) Homogenní skupiny, alfa = ,05000 Chyba: meziskup. PČ = 3,9250, sv = 5,0000				
Č. buňky	Prom1	PUFA Průměr	1	2
5	3/3b/6	50,50000		****
3	3/1b/6	55,70000	****	
2	3/1a/6	56,00000	****	
4	3/2b/6	56,70000	****	
1	3/1a/1	57,25000	****	

3/1a/1 označuje měření na začátku skladování, 3/1a/6 měření na konci skladování při 22 °C na světle (a – světlo), 3/1b/6 měření na konci skladování při 22 °C ve tmě (b – tma), 3/2b/6 měření na konci skladování při 10 °C, 3/3b/6 měření na konci skladování při 6 °C.

Tab. 21 uvádí statistické vyhodnocení PUFA slunečnicového oleje. Je patrné, že průměrná hodnota PUFA slunečnicového oleje při 6 °C na konci skladování se statisticky průkazně liší ($p < 0,05$) od ostatních hodnot PUFA při daných podmínkách skladování.

Tab. 22 Statistické stanovení SFA olivového oleje

Duncanův test; proměnná SFA (Tabulka12 v PS1) Homogenní skupiny, alfa = ,05000 Chyba: meziskup. PČ = 16,846, sv = 5,0000				
Č. buňky	Prom1	SFA Průměr	1	2
1	4/1a/1	17,40000	****	
3	4/1b/6	17,70000	****	
2	4/1a/6	20,35000	****	****
5	4/3b/6	24,55000	****	****
4	4/2b/6	28,80000		****

4/1a/1 označuje měření na začátku skladování, 4/1a/6 měření na konci skladování při 22 °C na světle (a – světlo), 4/1b/6 měření na konci skladování při 22 °C ve tmě (b – tma), 4/2b/6 měření na konci skladování při 10 °C, 4/3b/6 měření na konci skladování při 6 °C.

V tab. 22 lze vidět statistické vyhodnocení SFA olivového oleje. Z výsledků vyplývá, že průměrná hodnota SFA olivového oleje při 10 °C na konci skladování se statisticky průkazně liší ($p < 0,05$) od průměrné hodnoty SFA na začátku skladování a od průměrné hodnoty SFA při 22 °C ve tmě na konci skladování.

Tab. 23 Statistické stanovení MUFA olivového oleje

Č. buňky	Duncanův test; proměnná MUFA (Tabulka 12 v PS1) Homogenní skupiny, alfa = ,05000 Chyba: meziskup. PČ = 20,005, sv = 5,0000		
	Prom1	MUFA Průměr	1
4	4/2b/6	61,95000	****
5	4/3b/6	64,65000	****
2	4/1a/6	68,75000	****
3	4/1b/6	71,05000	****
1	4/1a/1	72,85000	****

4/1a/1 označuje měření na začátku skladování, 4/1a/6 měření na konci skladování při 22 °C na světle (a – světlo), 4/1b/6 měření na konci skladování při 22 °C ve tmě (b – tma), 4/2b/6 měření na konci skladování při 10 °C, 4/3b/6 měření na konci skladování při 6 °C.

V tab. 23 je shrnuto statistické vyhodnocení MUFA olivového oleje. Lze říci, že průměrné hodnoty MUFA olivového oleje při daných podmínkách skladování se statisticky průkazně neliší.

Tab. 24 Statistické stanovení PUFA olivového oleje

Duncanův test; proměnná PUFA (Tabulka12 v PS1) Homogenní skupiny, alfa = ,05000 Chyba: meziskup. PČ = ,71400, sv = 5,0000			
Č. buňky	Prom1	PUFA Průměr	1
4	4/2b/6	8,85000	****
1	4/1a/1	9,40000	****
5	4/3b/6	10,80000	****
2	4/1a/6	10,80000	****
3	4/1b/6	10,85000	****

4/1a/1 označuje měření na začátku skladování, 4/1a/6 měření na konci skladování při 22 °C na světle (a – světlo), 4/1b/6 měření na konci skladování při 22 °C ve tmě (b – tma), 4/2b/6 měření na konci skladování při 10 °C, 4/3b/6 měření na konci skladování při 6 °C.

V tab. 24 je uvedeno statistické vyhodnocení PUFA olivového oleje. Ze získaných výsledků lze konstatovat, že průměrné hodnoty PUFA olivového oleje při daných podmínkách skladování se statisticky průkazně neliší.

6 ZÁVĚR

Cílem práce bylo provádět simulaci podmínek skladování oleje z hroznových zrníček v různých teplotních režimech v porovnání s běžně dostupnými rostlinnými oleji lisovanými za studena. Vzorky olejů byly uloženy při teplotě 22 °C na světle, při 22 °C ve tmě, při 10 °C a 6 °C po dobu čtyř měsíců. Porovnávala se kvalita hroznového oleje 2015, hroznového oleje 2014, slunečnicového a olivového oleje. Bylo hodnoceno číslo kyselosti, stanovení mastných kyselin, spektrofotometrické měření barvy a sensorické hodnocení. Stanovení čísla kyselosti a stanovení mastných kyselin proběhlo na začátku a na konci skladování. Sensorická analýza a měření barvy na spektrofotometru bylo provedeno každé tři týdny po celou dobu skladování.

Z výsledků celkového sensorického hodnocení bylo zjištěno, že nejstabilnějším olejem byl olej slunečnicový. Ve všech hodnocených znacích neprojevil při uskladnění v různých teplotách po dobu čtyř měsíců výrazné změny. Jediná změna, která se u slunečnicového oleje v průběhu skladování projevila, byl zákal oleje, který bývá způsoben vosky extrahovanými ze slupek semen do oleje během zpracování. Tento problém lze vyřešit loupáním semen před lisováním. Druhým nejlépe hodnoceným olejem byl olivový olej. Nejvýraznější negativní změny během skladování u něj nastaly v příjemnosti chuti, kdy se nejvíce projevila žluklá chuť, a to při pokojové teplotě za přístupu světla. Třetím nejlépe hodnoceným olejem byl hroznový olej 2015, jehož kvalita v průběhu skladování byla výrazně zhoršena ve vůni. Při teplotě 22 °C na světle u něj byla identifikovaná silná žluklá a trávová chuť. Nejméně stabilní byl hroznový olej 2014, u něhož se projevil v průběhu skladování negativní změny téměř ve všech znacích a nejvíce za přístupu světla při pokojové teplotě. Hodnocení hroznového oleje 2014 dopadlo podstatně hůře než hodnocení hroznového oleje 2015, což může být důsledkem toho, že hroznový olej 2015 byl čerstvější a hroznový olej 2014 byl rok uskladněný, a to při teplotě cca 10 °C ve tmě. Z výsledků je patrné, že hroznové oleje byly méně stabilní v porovnání se slunečnicovým a olivovým olejem. Přístup světla a pokojová teplota měly největší negativní vliv na stabilitu olejů. Vzorky olejů se nejstabilněji jevily při 10 °C a 6 °C.

Měření barvy vzorků olejů se provádělo pomocí spektrofotometru Konica Minolta CM – 3500d s geometrií d/8°. Na základě odchylky ΔE lze poté vyjádřit znatelný rozdíl mezi dvěma měřeními. Získané výsledky měření barvy olejů ukázaly, že nejhorší vliv

na stabilitu barvy olejů během skladování mělo světlo a teplota 22 °C. Nejméně stabilní při 22 °C na světle byl hroznový olej 2014 a nejstabilnější olej slunečnicový stejně tak jako u senzoričného hodnocení. Při ostatních podmínkách skladování se projevíly jen nepatrné změny v hodnotách ΔE a u jednotlivých vzorků olejů se jen málo lišily.

Ze získaných výsledků stanovení čísla kyselosti vyplynulo, že ani u jednoho z šestnácti vzorků nevyšlo číslo kyselosti vyšší, než stanovuje legislativa (4 mg KOH/g tuku), a to jak na začátku skladování, tak i na konci skladování. Výrazněji se číslo kyselosti zvýšilo pouze u hroznového oleje 2015 a 2014 na konci skladování při teplotě 22 °C na světle, což bylo i statisticky průkazné ($p < 0,05$). Z toho vyplývá, že ve všech vzorcích olejů byl přijatelný výskyt volných mastných kyselin a ani skladování olejů při různých podmínkách po dobu čtyř měsíců výrazným způsobem neovlivnilo hodnoty čísla kyselosti a tím již zmíněný obsah volných mastných kyselin.

Při stanovení mastných kyselin ve vzorcích olejů byla použita metoda plynové chromatografie s úpravou vzorků derivatizací na kyselé i alkalické bázi pomocí methanolátu sodného a fluoridu boritého. K nejvýraznější změně došlo u hroznového oleje 2015, kdy se při teplotě 6 °C až dvojnásobně zvýšil obsah SFA a naopak klesl obsah MUFA a PUFA téměř o polovinu. Změna v obsahu SFA a PUFA byla statisticky průkazná ($p < 0,05$). Obsah SFA se zvýšil při 6 °C i u hroznového oleje 2014, což bylo statisticky průkazné ($p < 0,05$). U hroznového oleje 2014 došlo při 22 °C na světle ke snížení obsahu MUFA téměř o polovinu než na začátku skladování a mírně se zvýšil obsah PUFA (5 %). Výsledky však byly statisticky neprůkazné. U slunečnicového oleje se statisticky významná změna ($p < 0,05$) projevíla pouze v obsahu PUFA při teplotě 6 °C (úbytek 7 %) na konci skladování. Při této teplotě se mírně zvýšil obsah SFA (5 %). U olivového oleje byla zaznamenána změna v obsahu SFA při teplotě 10 °C (12 %) a 6 °C (7 %) na konci skladování. Při teplotě 10 °C byla změna v obsahu SFA statisticky průkazná ($p < 0,05$). Při těchto teplotách (10 °C, 6 °C) nepatrně klesly hodnoty i v obsahu MUFA (11 % a 8 %). Výsledky byly však statisticky neprůkazné. Lze říci, že u hroznových olejů se projevíly výraznější změny v podílu mastných kyselin během skladování. Na změnu v obsahu mastných kyselin měla největší vliv teplota 6 °C. Fakt, že během skladování nedošlo k výraznějším změnám v obsahu mastných kyselin, může být vysvětleno tím, že skladování po dobu čtyř měsíců bylo krátké na to, aby se výrazně změnil obsah mastných kyselin.

Shrnutí veškerých výsledků ukázalo, že hroznové oleje 2015 a 2014 byly v průběhu skladování méně stabilní v porovnání se slunečnicovým a olivovým olejem lisovanými za studena. Nejhorší vliv na stabilitu olejů mělo světlo v kombinaci s teplotou 22 °C. Lze konstatovat, že rostlinné oleje lisované za studena by se měly uchovávat v uzavřených skleněných lahvích a měly by se chránit před světlem a teplem.

Využití hroznového oleje není doposud příliš rozšířené, což může být důsledkem toho, že hroznový olej stále moc lidí nezná. Další z příčin může být i vyšší cena oleje. Olej z hroznových zrníček je však bohatým zdrojem vitamínu E a dalších prospěšných látek, které mohou mít při konzumaci oleje příznivý vliv na naše zdraví.

7 LITERATURA

ASSUMPCAO C. F. et al., 2014: The Quality, Stability, and Bioactive Compound Composition of Virgin and Refined Organic Grape Seed Oil. *Journal of the American Oil Chemists Society*. 91 (12): 2035-2042. ISSN: 0003-021X.

AYTON J., MAILER R. J., GRAHAM K., 2012: *The Effect of Storage Conditions on Extra Virgin Olive Oil Quality*. RIRDC, Kingston. 89 s. ISBN 978-1-74254-379-6.

BAIL S. et al., 2008: Characterisation of various grape seed oils by volatile compounds, triacylglycerol composition, total phenols and antioxidant capacity. *Food Chemistry*. 108 (3): 1122-1132.

BENDINI A. et al., 2009: Stability of The Sensory Quality of Virgin Olive Oil During Storage: An Overview. *Italian Food & Beverage Technology*. 21 (4): 385-406. ISSN 1120-1770.

BERRADRE M. et al., 2014: Oil antioxidant activity of grape seeds *Vitis vinifera* of Tempranillo variety. *Revista de la Facultad de Agronomía de La Universidad del Zulia*. 31 (3): 393-406. ISSN: 0378-7818.

BEČKA D., 2007: *Řepka ozimá: pěstitelský rádce*. Kurent, České Budějovice. 56 s. ISBN 97880-87111-05-5.

BLAHOVÁ K., 2011: *Olivový olej a další oleje: krása, zdraví, kuchyně, recepty*. SUN, Praha. 87 s. ISBN: 978-80-7371-351-5.

BURG P. et al., 2013: *Separace semen révy vinné z matolin: uplatněná certifikovaná metoda*. Mendelova univerzita v Brně, Brno. 32 s. ISBN: 978-80-7375-925-4.

BURG P. et al., 2014: *Studium biologicky aktivních látek v semenech a letorostech révy vinné a možnosti získávání oleje ze semen: The study of biologically active compounds in grapevine seeds and annual shoots and possibilities obtaining oil from the seeds: původní vědecká práce*. Mendelova univerzita v Brně, Brno. 93 s. ISBN 978-80-7509-165-9.

CROSBY G., 2015: *Concerns about canola oil*. Online [cit. 2015-12-15]. Dostupné na: <http://www.hsph.harvard.edu/nutritionsource/2015/04/13/ask-the-expert-concerns-about-canola-oil/>

ČR. Vyhláška Ministerstva zemědělství 328/1997 Sb. In: *Sbírka zákonů*. 11. 12. 1997, 110.

ČSN EN ISO 660 (588756): Živočišné a rostlinné tuky a oleje - Stanovení čísla kyselosti a kyselosti.

DA PORTO C., DECORTI D., NATOLINO A., 2013: Effect of commercial enzymatic preparation with pectolytic activities on conventional extraction and ultrasound-assisted extraction of oil from grape seed (*Vitis vinifera* L.). *International Journal of Food Science and Technology*. 48 (10): 2127-2132. ISSN: 0950-5423.

DELLA CORTE A. et al., 2015: A rapid LC-MS/MS method for quantitative profiling of fatty acids, sterols, glycerolipids, glycerophospholipids and sphingolipids in grapes. *Talanta*. 140: 52-61. ISSN: 0039-9140.

Estimation of Saponification Value of Fats/Oils. Online [cit. 2016-02-06]. Dostupné na: <http://vlab.amrita.edu/?sub=3&brch=63&sim=688&cnt=1>

FURIGA A., LONVAUD-FUNEL A., BADET C., 2009: In vitro study of antioxidant capacity and antibacterial activity on oral anaerobes of a grapeseed extract. *Food Chemistry*. 113 (4): 1037-1040. ISSN: 0308-8146.

HÁJEK et al., 1998: Studium infračervené spektrofotometrie pro sledování změn při oxidaci řepkového oleje. *Chemické listy*. 92: 434-440.

HÁJEK M., 2006: *Sklízení vína na vinici*. Online [cit. 2015-12-06]. Dostupné na: <http://projektysipvz.gytool.cz/projektysipvz/Default.aspx?uid=585>

HELÁN V., 2005: *Analýza organických látek: sborník přednášek z kurzu*. 2., upr. a dopl. vyd. Český Těšín: 2 Theta. 502 s. ISBN 80-86380-29-7.

CHRISTIE W. W., 1989: *Gas chromatography and lipids*. The Oil Press, Somerset. 184 s.

IBURG A., 2004: *Lexikon octů a olejů: původ, chuť, použití, recepty*. Rebo, Čestlice. 299 s. ISBN: 80-7234-382-3.

INGR I., POKORNÝ J., VALENTOVÁ H., 2007: *Senzorická analýza potravin*. Mendelova zemědělská a lesnická univerzita v Brně, Brno. 101 s. ISBN 978-80-7375-032-9.

IRANDOOST P., EBRAHIMI-MAMEGHANI M., PIROUZPANAH S., 2013: Does grape seed oil improve inflammation and insulin resistance in overweight or obese women? *International Journal of Food Sciences and Nutrition*. 64 (6): 706-710. ISSN: 0963-7486.

JAROŠOVÁ A., 2001: *Senzorické hodnocení potravin*. Mendelova zemědělská a lesnická univerzita v Brně, Brno. ISBN 80-7157-539-9.

KALÁČ P., 1999: *Chemie potravin pro obchodně podnikatelský obor*. Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích, České Budějovice. 106 s. ISBN: 80-7040-343-8.

- KAMAL-ELDIN A., 2006: Effect of fatty acids and tocopherols on the oxidative stability of vegetable oils. *European Journal of Lipid Science and Technology*. 108 (12): 1051-1061. ISSN: 1438-7697.
- KASTURE A. V. et al., 2007: *Pharmaceutical Analysis I*. Nirali Prakashan, Pune. 248 s. ISBN: 978-81-85790-07-7.
- KLOUDA P., 2003: *Moderní analytické metody*. Ostrava. 132 s. ISBN 80-86369-07-2.
- KOOLMAN J., RÖHM K. H., 2012: *Barevný atlas biochemie*. Grada, Praha. 512 s. ISBN: 978-80-247-2977-0.
- KOPLÍK, R., 2007: *Analýza potravin a přírodních produktů: Lipidy*. VŠCHT: Praha. Online [cit. 2016-01-13]. Dostupné na: <http://web.vscht.cz/koplikr/Lipidy2.pdf>
- KOSEOGLU O., UNAL M. K., 2008: The effect of phenolic compounds on the quality and stability of virgin olive oil. *Acta Horticulturae*. 791: 655-663. ISSN: 0567-7572.
- KUBÁŇ V., KUBÁŇ P., 2007: *Analýza potravin*. Mendelova zemědělská a lesnická univerzita v Brně, Brno. 202 s. ISBN: 978-80-7375-036-7.
- LAI X et al., 2014: The protective effects and genetic pathways of thorn grape seeds oil against high glucose-induced apoptosis in pancreatic beta-cells. *BMC Complementary and Alternative Medicine*. 14 (10). ISSN: 1472-6882.
- LACHMAN J. et al., 2015: Evaluation of oil content and fatty acid composition in the seed of grapevine varieties. *LWT-Food Science and Technology*. 63 (1): 620-625. ISSN: 0023-6438.
- LACHMAN J. et al., 2009: Major factors influencing antioxidant contents and antioxidant activity in grapes and wines. *International Journal of Wine Research*. 1: 101-121. ISSN: 1179-1403.
- LACHMAN J. et al., 2014: Stability of Grape Seed Oil and its Antioxidant Tocotrienols. *Advanced Materials Research*. 1030-1032: 370-373.
- MARONGUI B. et al., 2015: Monitoring of the fatty acid compositions of some olive oils. *Rivista Italiana Delle Sostanze Grasse*. 92 (1): 39-42. ISSN: 0035-6808
- MARTINEZ J., AGUIAR de A. C., 2014: Extraction of Triacylglycerols and Fatty Acids Using Supercritical Fluids – Review. *Current Analytical Chemistry*. 10 (1): 67-77. ISSN: 1573-4110.
- MATTHAUS B., 2008: Virgin grape seed oil: Is it really a nutritional highlight? *European Journal of Lipid Science and Technology*. 110 (7): 645-650. ISSN: 1438-7697.
- MICHLOVSKÝ M., 2014: *Bobule*. Vinselekt Michlovský. 229 s. ISBN 978-80-905319-3-2.

- Ministerstvo zdravotnictví, 2015: *Český lékopis – Doplněk 2015*. Grada, Praha.
- MUZZALUPO I., PELLEGRINO M., PERRI E., 2012: *Sensory Analysis of Virgin Olive Oils*. Online [cit. 2016-02-08]. Dostupné na: <http://www.intechopen.com/books/olive-germplasm-the-olive-cultivation-table-olive-and-olive-oil-industry-in-italy/sensory-analysis-of-virgin-olive-oils>
- NIELSEN S. S., 2010: *Food analysis*. Springer, New York. 602 s. ISBN: 978-1-4419-1477-4.
- O'BRIEN R. D., 2004: *Fats and oils: Formulating and Processing for Applications*. CRC Press LLC, Boca Raton. 574 s. ISBN: 0-8493-1599-9.
- OVCHAROVÁ T. N., ZLATANOV M. D., IVANOV A. S., 2014: Sterol and fatty acid composition of grape seed oils. *Bulgarina Chemical Communication*. 46: 106-110. ISSN: 0324-1130.
- PAVLOUŠEK P., 2011: *Pěstování révy vinné: moderní vinohradnictví*. Grada, Praha. 336 s. ISBN: 978-80-247-3314-2.
- PAVLOUŠEK P., BUREŠOVÁ P., 2015: *Vše co byste měli vědět o víně a nemáte se koho zeptat*. Grada, Praha. 144 s. ISBN: 978-80-247-4351-6.
- POIANA A. T. et al., 2009: The storage conditions impact on the oxidative stability and antioxidant properties of grape seed oil. *Journal of Food, Agriculture & Environment*. 7 (2): 50-53.
- RASS M., SCHEIN C., MATTHAUS B., 2008: Virgin sunflower oil. *European Journal of Lipid Science and Technology*. 110 (7): 618-624. ISSN: 1438-7697.
- RIDDELOVÁ K., 2011: Izolační a separační metody. Plynová chromatografie (teorie). Online [cit. 2016-03-05]. Dostupné na: http://web.vscht.cz/~poustkaj/ISM%20Cz-11%20GC_TEORIE_1007.pdf
- ROZÍKOVÁ V., 2010: *Plynová chromatografie esterů mastných kyselin ve vybraných druzích potravin*. Brno. Diplomová práce (nepubl., dep. knihovna Mendelovy univerzity v Brně). Mendelova univerzita v Brně, Agronomická fakulta, Ústav technologie potravin. Vedoucí práce Ing. Tomáš Gregor, Ph.D.
- RUBIO M., ALVAREZ-ORTI M., PARDO J. E., 2009: A review on the utilization of grape seed oil as an alternative to conventional edible vegetable oils. *Rivista Italiana delle Sostanze Grasse*. 86 (2): 121-129. ISSN: 0035-6808.
- SABIR A., UNVER A., KARA Z., 2012: The fatty acid and tocopherol constituents of the seed oil extracted from 21 grape varieties (*Vitis* spp.). *Journal of The Science of Food and Agriculture*. 92 (9): 1982-1987. ISSN: 0022-5142.

- SCHEVEY CH., BREWER M. S., 2015: Effects of natural antioxidants and lipid model system on lipid oxidation. *Journal of Food Quality*. 38 (1): 40-52. ISSN: 0146-9428.
- SHUAI Q. et al., 2014: Detection of Authenticity of Grape Seed Oil with Ion Mobility Spectrometry. *Chinese Journal of Analytical Chemistry*. 42 (10): 1530-1534. ISSN: 0253-3820.
- SKALA O. et al., 2014: Potential of Grapevine Cultivars Grown in the Czech Republic for Grapeseed Oil Production. *I International Symposium on Fruit Culture and Its Traditional Knowledge along Silk Road Countries*. 1032: 63-68. ISSN: 0567-7572.
- SKALA O., STŘALKOVÁ R., PIVEC V., 2012: Zastoupení oleje v semenech révy vinné. *Úroda*. 12: 443-446. ISSN: 0139-6013.
- STŘALKOVÁ R. et al., 2014: *Extrakce polyfenolů z pokrutin révy vinné. Uplatněná certifikovaná metodika*, MZe č.2/2014, VÚRV, v.v.i., Praha, s: 26, ISBN: 978-80-7427-160-1.
- SVAČINA Š. et al., 2008: *Klinická dietologie*. Grada, Praha. 384 s. ISBN: 978-80-247-2256-6.
- VANHANEN L., SAVAGE G. P., 2000: The potential for production of grape seed oil in New Zeland. *Proceedings of The Nutrition Society of New Zeland*. 25: 26-32. ISSN: 0110-4187.
- VELÍŠEK J., 1999: *Chemie potravin 2*. Osis, Tábor. 328 s. ISBN: 80-902391-4-5.
- VELÍŠEK J., HAJŠLOVÁ J., 2009: *Chemie potravin 1*. Osis, Tábor. 602 s. ISBN: 978-80-86659-15-2.
- VIK M., 1995: *Základy měření barevnosti*. Technická univerzita v Liberci, Liberec. 109 s. ISBN 80-7083-162-6.
- VRÁNOVÁ D., 2013: *Chronická onemocnění a doporučená výživová opatření*. Anag, Olomouc. 184 s. ISBN: 978-80-7263-788-1.
- YU J., AHMEDNA M., 2013: Functional components of grape pomace: their composition, biological properties and potential applications. *International Journal of Food Science and Technology*. 48 (2): 221-237. ISSN: 0950-5423.
- ZLOCH, Z., 2003: Zdravotní efekt polyfenolů z hlediska jejich příjmu a využitelnosti. *Vojenské zdravotnické listy*, 67, 5: 226-229. ISSN 0372-7025.
- ZMEŠKAL O., ČEPPAN M., DZIK P., 2002: Barevné prostory a správa barev. Online [cit. 2016-04-05]. Dostupné na: <http://www.fch.vut.cz/lectures/imagesci/>

8 SEZNAM OBRÁZKŮ

Obr. 1 Semena révy vinné – detail (BURG et al., 2013)	12
Obr. 2 Morfologická stavba zralé bobule (MICHLOVSKÝ, 2014)	13
Obr. 3 Schéma výroby oleje z hroznových zrníček (BURG et al., 2014)	16
Obr. 4 Ruční sklizeň hroznů (HÁJEK, 2006)	18
Obr. 5 Matolina (BURG et al., 2013)	18
Obr. 6 Jednotlivé druhy extrakce (KOPLÍK, 2007)	31
Obr. 7 Schéma plynového chromatografu (KLOUDA, 2003)	35
Obr. 8 Chromatogram při eluční metodě (KLOUDA, 2003)	38
Obr. 9 Schéma kapalinového chromatografu (KLOUDA, 2003)	40
Obr. 10 Možnosti zpracování hroznových zrníček	43
Obr. 11 Použitý slunečnicový a olivový olej	43
Obr. 12 Získaná vysušená semena pro lisování oleje	44
Obr. 13 Vzorky olejů	45
Obr. 14 Spektrofotometr Konica Minolta CM – 3500d	48
Obr. 15 Hodnocení celkového vzhledu při 22 °C na světle	53
Obr. 16 Hodnocení celkového vzhledu při 22 °C ve tmě	53
Obr. 17 Hodnocení celkového vzhledu při 10 °C	53
Obr. 18 Hodnocení celkového vzhledu při 6 °C	53
Obr. 19 Hodnocení barvy při 22 °C na světle	54
Obr. 20 Hodnocení barvy při 22 °C ve tmě	54
Obr. 21 Hodnocení barvy při 10 °C	55
Obr. 22 Hodnocení barvy při 6 °C	55
Obr. 23 Hodnocení vůně při 22 °C na světle	56
Obr. 24 Hodnocení vůně při 22 °C ve tmě	56
Obr. 25 Hodnocení vůně při 10 °C	56
Obr. 26 Hodnocení vůně při 6 °C	56
Obr. 27 Hodnocení příjemnosti chuti při 22 °C na světle	57
Obr. 28 Hodnocení příjemnosti chuti při 22 °C ve tmě	57
Obr. 29 Hodnocení příjemnosti chuti při 10 °C	57
Obr. 30 Hodnocení příjemnosti chuti při 6 °C	57
Obr. 31 Hodnocení žluklé chuti při 22 °C na světle	58

Obr. 32	Hodnocení žluklé chuti při 22 °C ve tmě	58
Obr. 33	Hodnocení žluklé chuti při 10 °C	59
Obr. 34	Hodnocení žluklé chuti při 6 °C	59
Obr. 35	Hodnocení kovové chuti při 22 °C na světle	60
Obr. 36	Hodnocení kovové chuti při 22 °C ve tmě	60
Obr. 37	Hodnocení kovové chuti při 10 °C	60
Obr. 38	Hodnocení kovové chuti při 6 °C	60
Obr. 39	Prostorový model CIE L* a* b* (ZMEŠKAL, ČEPPAN, DZIK, 2002).....	62
Obr. 40	Výsledné hodnoty ΔE_{ab}^* hroznového oleje 2015	63
Obr. 41	Výsledné hodnoty ΔE_{ab}^* hroznového oleje 2014.....	64
Obr. 42	Výsledné hodnoty ΔE_{ab}^* slunečnicového oleje.....	65
Obr. 43	Výsledné hodnoty ΔE_{ab}^* olivového oleje.....	65
Obr. 44	Vyhodnocení čísel kyselosti vzorků olejů (v mg KOH/g oleje).....	68
Obr. 45	Stanovení MK hroznového oleje 2015	71
Obr. 46	Stanovení MK hroznového oleje 2014	71
Obr. 47	Stanovení MK slunečnicového oleje	72
Obr. 48	Stanovení MK olivového oleje	73

9 SEZNAM TABULEK

Tab. 1 <i>Chemické složení jednotlivých částí hroznu v % (BURG et al., 2013)</i>	13
Tab. 2 <i>Obsah mastných kyselin v hroznovém oleji (BURG et al., 2013)</i>	22
Tab. 3 <i>Vzorky olejů</i>	46
Tab. 4 <i>Podmínky chromatografického stanovení mastných kyselin</i>	52
Tab. 5 <i>Stupeň neshody barev (ZMEŠKAL, ČEPPAN, DZIK, 2002)</i>	63
Tab. 6 <i>Požadavky na jakost rostlinných olejů</i>	67
Tab. 7 <i>Přehled nejvíce zastoupených mastných kyselin ve vzorcích olejů (%)</i>	69
Tab. 8 <i>Celkové zastoupení MK ve vzorcích olejů (%)</i>	70
Tab. 9 <i>Statistické vyhodnocení čísla kyselosti hroznového oleje 2015</i>	75
Tab. 10 <i>Statistické vyhodnocení čísla kyselosti hroznového oleje 2014</i>	75
Tab. 11 <i>Statistické vyhodnocení čísla kyselosti slunečnicového oleje</i>	76
Tab. 12 <i>Statistické vyhodnocení čísla kyselosti olivového oleje</i>	76
Tab. 13 <i>Statistické vyhodnocení SFA hroznového oleje 2015</i>	77
Tab. 14 <i>Statistické stanovení MUFA hroznového oleje 2015</i>	77
Tab. 15 <i>Statistické stanovení PUFA hroznového oleje 2015</i>	78
Tab. 16 <i>Statistické stanovení SFA hroznového oleje 2014</i>	78
Tab. 17 <i>Statistické stanovení MUFA hroznového oleje 2014</i>	79
Tab. 18 <i>Statistické stanovení PUFA hroznového oleje 2014</i>	79
Tab. 19 <i>Statistické stanovení SFA slunečnicového oleje</i>	80
Tab. 20 <i>Statistické stanovení MUFA slunečnicového oleje</i>	80
Tab. 21 <i>Statistické stanovení PUFA slunečnicového oleje</i>	81
Tab. 22 <i>Statistické stanovení SFA olivového oleje</i>	81
Tab. 23 <i>Statistické stanovení MUFA olivového oleje</i>	82
Tab. 24 <i>Statistické stanovení PUFA olivového oleje</i>	83

10 SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK V TEXTU

BF ₃	Bortrifluorid
CO ₂	Oxid uhličitý
DHA	Dokosahexaenová kyselina
EPA	Eikosapentaenová kyselina
FAME	<i>Fatty acid methyl ester</i> ; Methylestery mastných kyselin
FID	<i>Flame Ionization Detector</i> ; plamenově ionizační detektor
GC	<i>Gas chromatography</i> ; Plynová chromatografie
H ₂ SO ₄	Kyselina sírová
HCL	Kyselina chlorovodíková
HPLC	<i>High Performance Liquid Chromatography</i> ; Vysokoúčinná kapalinová chromatografie
CH ₃ OH	Methanol
IMS	<i>Ion Mobility Spectrometry</i> ; Iontová mobilní spektrometrie
KOH	Hydroxid draselný
LC-ESI-MS/MS	<i>Liquid Chromatography-electrospray Ionization-tandem Mass Spectrometry</i>
LDL	<i>Low-density Lipoproteins</i> ; Lipoproteiny o nízké hustotě
MK	Mastná kyselina
MS	<i>Mass Spectrometry</i> , Hmotnostní spektrometrie
MUFA	<i>Monounsaturated Fatty Acids</i> ; Mononenasyčené mastné kyseliny
NaCl	Chlorid sodný
Na ₂ S ₂ O ₃	Síran sodný
PUFA	<i>Polyunsaturated Fatty Acids</i> ; Polynenasycené mastné kyseliny
SFA	<i>Saturated fatty acids</i> ; Nasycené mastné kyseliny
SFE	<i>Supercritical fluid extraction</i> ; Superkritická fluidní extrakce
TLC	<i>Thin-layer chromatography</i> ; Tenkovrstvá chromatografie
UFA	<i>Unsaturated Fatty Acids</i> ; Nenasycené mastné kyseliny

11 PŘÍLOHY

SEZNAM PŘÍLOH

Příloha 1 Sensorický profil hodnocení vybraných olejů

Příloha 2 Seznam mastných kyselin (methylestery) – standard FAME mix 37

Příloha 3 Tabulka průměrných výsledků sensorické analýzy základních znaků vzorků olejů (body)

Příloha 4 Tabulka průměrných výsledků sensorické analýzy dílčích chutí vzorků olejů (získané body)

Příloha 5 Souhrnné charakteristiky měření barvy jednotlivých vzorků olejů

Příloha 6 Přehled čísel kyselosti jednotlivých vzorků olejů získaných na začátku skladování (v mg KOH/g oleje)

Příloha 7 Chromatogramy a příslušné tabulky s retenčními časy a množstvím MK ve vybraných vzorcích

Příloha 1: Senzorický profil hodnocení vybraných olejů

Hodnotitel: Datum a čas:

CELKOVÝ VZHLED

vzorek 1	----- -----	
vzorek 2	----- -----	
vzorek 3	----- -----	
vzorek 4	----- -----	
	Nevyhovující, patrný zákal	Velmi dobrý, bez zákalu

BARVA

vzorek 1	----- -----	
vzorek 2	----- -----	
vzorek 3	----- -----	
vzorek 4	----- -----	
	Barva neodpovídající druhu oleje	Barva odpovídající druhu oleje

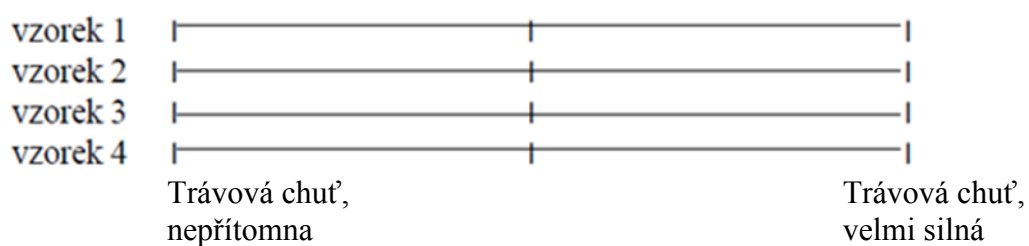
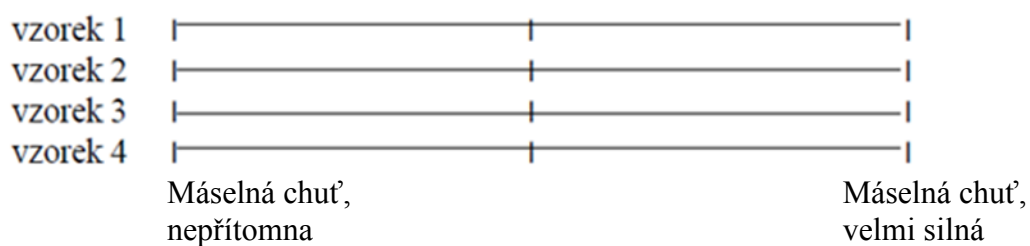
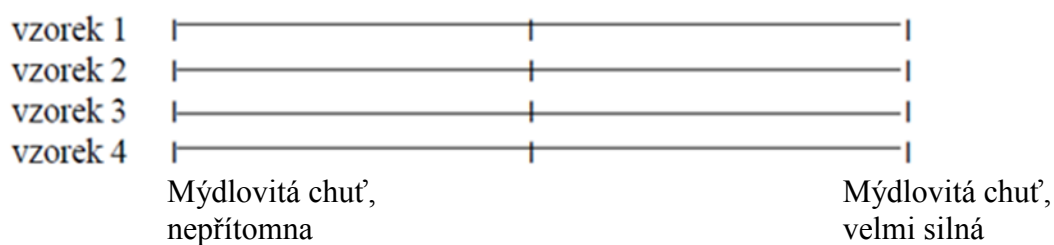
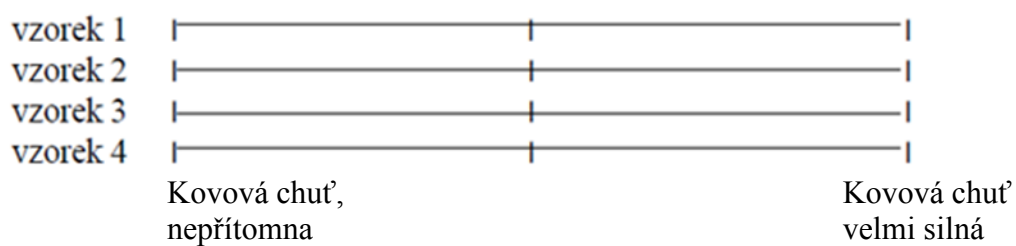
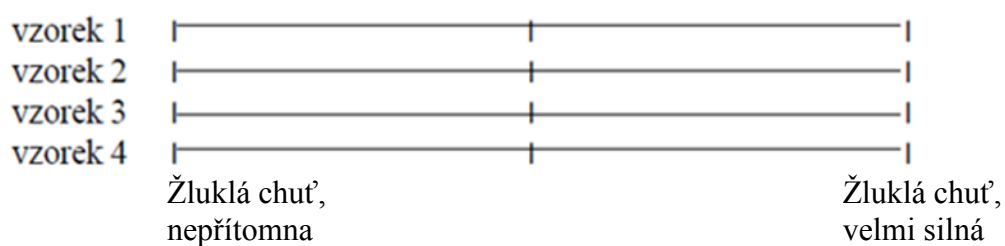
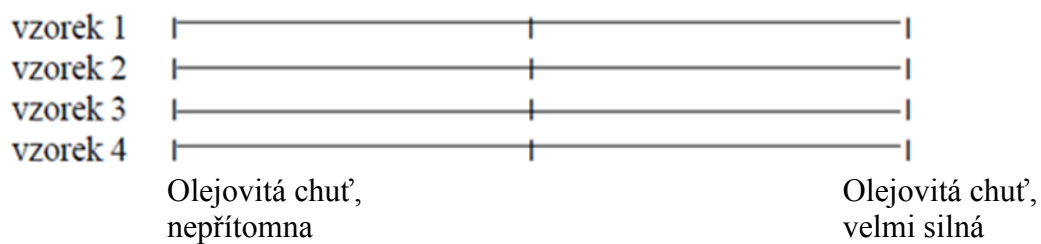
VŮNĚ

vzorek 1	----- -----	
vzorek 2	----- -----	
vzorek 3	----- -----	
vzorek 4	----- -----	
	Přítomný cizí pach, nečistá	Bez cizích pachů, typická pro daný druh

PŘÍJEMNOST CHUTI

vzorek 1	----- -----	
vzorek 2	----- -----	
vzorek 3	----- -----	
vzorek 4	----- -----	
	Nepříjemná, netypická	Příjemná, typická

Intenzita dílčích chutí



Přítomnost jiných dležitých chutí než výše uvedených

vzorek 1:

vzorek 2:

vzorek 3:

vzorek 4:

Příloha 2: *Seznam mastných kyselin (methylestery) – standard FAME mix 37*

Component

1. Butyric Acid Methyl Ester (C4:0)
2. Caproic Acid Methyl Ester (C6:0)
3. Caprylic Acid Methyl Ester (C8:0)
4. Capric Acid Methyl Ester (C10:0)
5. Undecanoic Acid Methyl Ester (C11:0)
6. Lauric Acid Methyl Ester (C12:0)
7. Tridecanoic Acid Methyl Ester (C13:0)
8. Myristic Acid Methyl Ester (C14:0)
9. Myristoleic Acid Methyl Ester (C14:1)
10. Pentadecanoic Acid Methyl Ester (C15:0)
11. cis-10-Pentadecenoic Acid Methyl Ester (C15:1)
12. Palmitic Acid Methyl Ester (C16:0)
13. Palmitoleic Acid Methyl Ester (C16:1)
14. Heptadecanoic Acid Methyl Ester (C17:0)
15. cis-10-Heptadecenoic Acid Methyl Ester (C17:1)
16. Stearic Acid Methyl Ester (C18:0)
17. Elaidic Acid Methyl Ester (C18:1n9t)
18. Oleic Acid Methyl Ester (C18:1n9c)
19. Linolelaidic Acid Methyl Ester (C18:2n6t)
20. Linoleic Acid Methyl Ester (C18:2n6c)
21. Arachidic Acid Methyl Ester (C20:0)
22. γ -Linolenic Acid Methyl Ester (C18:3n6)
23. cis-11-Eicosenoic Acid Methyl Ester (C20:1)
24. Linolenic Acid Methyl Ester (C18:3n3)
25. Heneicosanoic Acid Methyl Ester (C21:0)
26. cis-11,14-Eicosadienoic Acid Methyl Ester (C20:2)
27. Behenic Acid Methyl Ester (C22:0)
28. cis-8,11,14-Eicosatrienoic Acid Methyl Ester (C20:3n6)
29. Erucic Acid Methyl Ester (C22:1n9)
30. cis-11,14,17-Eicosatrienoic Acid Methyl Ester (C20:3n3)
31. Arachidonic Acid Methyl Ester (C20:4n6)
32. Tricosanoic Acid Methyl Ester (C23:0)
33. cis-13,16-Docosadienoic Acid Methyl Ester (C22:2)
34. Lignoceric Acid Methyl Ester (C24:0)
35. cis-5,8,11,14,17-Eicosapentaenoic Acid Methyl Ester (C20:5n3)
36. Nervonic Acid Methyl Ester (C24:1)
37. cis-4,7,10,13,16,19-Docosahexaenoic Acid Methyl Ester (C22:6n3)

Příloha 3: Tabulka průměrných výsledků senzoričké analýzy základních znaků vzorků olejů (body)

<i>Celkový vzhled</i>						
	1	2	3	4	5	6
Vzorek č. 1	95,5	97,2	96,1	95,5	97,6	98,2
Vzorek č. 2	94,1	95,5	96,5	96,2	96,5	97,0
Vzorek č. 3	87,5	90,3	92,0	92,3	91,2	93,4
Vzorek č. 4	95,0	95,5	96,5	94,5	96,5	95,2
Vzorek č. 5	—	96,5	96,2	95,2	95,8	97,5
Vzorek č. 6	—	97,5	95,5	95,5	96,2	97,7
Vzorek č. 7	—	94,5	93,5	92,5	92,6	95,3
Vzorek č. 8	—	96,1	95,5	95,1	97,3	97,1
Vzorek č. 9	—	96,5	95,1	96,3	95,4	97,5
Vzorek č. 10	—	96,3	96,6	96,1	95,5	97,2
Vzorek č. 11	—	85,5	87,2	84,5	86,3	84,4
Vzorek č. 12	—	95,5	95,2	95,8	96,1	97,7
Vzorek č. 13	—	96,5	95,5	96,5	96,9	98,2
Vzorek č. 14	—	96,1	96,5	95,5	96,4	97,5
Vzorek č. 15	—	56,4	59,1	61,5	58,5	56,5
Vzorek č. 16	—	92,5	92,9	94,2	93,8	94,5
<i>Barva</i>						
	1	2	3	4	5	6
Vzorek č. 1	99,1	97,5	95,1	96,2	95,5	98,2
Vzorek č. 2	99,5	91,4	84,6	71,8	58,2	47,5
Vzorek č. 3	98,8	95,4	96,6	95,8	96,2	97,1
Vzorek č. 4	98,9	92,3	92,5	94,1	93,8	94,2
Vzorek č. 5	—	97,1	98,1	97,5	97,3	98,4
Vzorek č. 6	—	96,9	97,5	97,8	98,2	97,9
Vzorek č. 7	—	96,6	97,1	98,2	98,5	97,5
Vzorek č. 8	—	95,9	96,5	96,7	97,2	97,9
Vzorek č. 9	—	98,2	98,8	99,1	98,6	97,9
Vzorek č. 10	—	97,9	98,9	98,5	99,3	98,1
Vzorek č. 11	—	96,8	97,4	97,6	98,0	97,0
Vzorek č. 12	—	99,0	99,2	98,7	98,9	97,1
Vzorek č. 13	—	99,3	98,0	97,8	97,9	98,8
Vzorek č. 14	—	98,9	97,3	97,0	96,5	97,2
Vzorek č. 15	—	98,7	98,3	97,5	97,9	96,5
Vzorek č. 16	—	97,6	96,8	98,1	97,7	98,7
<i>Vůně</i>						
	1	2	3	4	5	6
Vzorek č. 1	95,1	95,9	86,7	59,8	36,6	12,3
Vzorek č. 2	91,6	88,9	72,3	49,9	29,4	14,7
Vzorek č. 3	98,9	97,0	98,2	98,8	97,5	98,3
Vzorek č. 4	96,7	97,5	95,7	96,1	96,3	96,9
Vzorek č. 5	—	90,6	90,6	89,4	86,8	84,9
Vzorek č. 6	—	85,5	83,2	79,5	74,4	73,9
Vzorek č. 7	—	95,4	97,7	97,1	95,4	97,1
Vzorek č. 8	—	94,7	95,3	95,5	96,3	96,9
Vzorek č. 9	—	92,4	83,1	68,1	49,2	32,4
Vzorek č. 10	—	89,6	85,2	74,6	68,5	49,6
Vzorek č. 11	—	98,1	98,8	97,9	98,2	98,0
Vzorek č. 12	—	96,6	97,1	96,3	95,5	96,3
Vzorek č. 13	—	93,6	90,7	92,1	91,3	92,2

Vzorek č. 14	—	84,1	81,9	80,7	79,3	78,9
Vzorek č. 15	—	98,9	98,2	99,0	98,5	97,9
Vzorek č. 16	—	97,3	96,5	97,7	98,0	96,9
<i>Příjemnost chuti</i>						
	1	2	3	4	5	6
Vzorek č. 1	96,1	93,3	91,9	90,1	92,2	91,3
Vzorek č. 2	92,3	88,6	83,3	77,5	75,2	49,4
Vzorek č. 3	99,5	99,2	98,9	99,4	98,4	98,8
Vzorek č. 4	96,2	97,1	96,8	84,1	63,7	39,1
Vzorek č. 5	—	94,2	92,2	89,4	88,2	87,1
Vzorek č. 6	—	95,1	93,8	91,1	85,3	83,7
Vzorek č. 7	—	99,6	99,1	98,5	98,6	98,9
Vzorek č. 8	—	96,6	96,2	97,0	92,1	85,4
Vzorek č. 9	—	95,7	94,7	94,1	92,2	91,0
Vzorek č. 10	—	93,3	89,6	86,6	86,2	86,1
Vzorek č. 11	—	97,8	98,4	98,9	97,9	97,7
Vzorek č. 12	—	97,2	90,0	87,4	86,3	82,6
Vzorek č. 13	—	97,2	95,5	93,2	90,7	87,9
Vzorek č. 14	—	97,7	96,3	96,6	96,4	95,8
Vzorek č. 15	—	98,5	98,8	99,2	98,4	97,8
Vzorek č. 16	—	97,6	94,8	91,4	88,6	86,4

**Příloha 4: Tabulka průměrných výsledků sensorické analýzy dílčích chutí vzorků olejů
(získané body)**

Olejevité						
	1	2	3	4	5	6
Vzorek č. 1	46,5	43,8	42,2	44,5	45,2	45,5
Vzorek č. 2	52,1	51,5	52,3	52,8	52,7	53,1
Vzorek č. 3	78,9	79,5	79,9	78,6	78,8	76,9
Vzorek č. 4	81,2	85,3	85,6	86,5	86,3	87,9
Vzorek č. 5	—	51,7	52,5	52,1	53,7	49,5
Vzorek č. 6	—	53,4	51,3	49,7	50,4	52
Vzorek č. 7	—	85,5	85,3	86,2	85,9	84,3
Vzorek č. 8	—	88,9	87,8	89,9	87,6	88,2
Vzorek č. 9	—	52,5	52,3	51,9	52,9	51,2
Vzorek č. 10	—	55,6	54,8	52,4	52,1	50,9
Vzorek č. 11	—	77,8	84,2	84,6	84,9	83,2
Vzorek č. 12	—	86,2	87,4	86,9	87,1	87,9
Vzorek č. 13	—	52,1	53,3	51,2	51,7	52,5
Vzorek č. 14	—	56,7	55,1	55,4	54,3	53,7
Vzorek č. 15	—	79,7	82,6	82,2	83,6	83,1
Vzorek č. 16	—	89,3	88,5	88,3	89,7	88,2
Žluklá						
	1	2	3	4	5	6
Vzorek č. 1	0	3,4	3,7	7,6	24,7	71,3
Vzorek č. 2	0	2,2	2,6	5,1	13,8	42,5
Vzorek č. 3	0	1,4	1,7	2,3	2,1	29,6
Vzorek č. 4	0	5,6	6,8	19,7	52,2	96,5
Vzorek č. 5	—	3,2	3,5	3,1	4,3	4
Vzorek č. 6	—	3,5	4,1	4,4	4,5	4
Vzorek č. 7	—	2,1	1,7	1,8	2,5	1,7
Vzorek č. 8	—	4,3	5,5	6,7	14,7	15,6
Vzorek č. 9	—	2	2,4	2,1	2,1	2,8
Vzorek č. 10	—	2	3,1	2,2	2,7	2,5
Vzorek č. 11	—	2	1,8	2,5	1,9	2,4
Vzorek č. 12	—	34,5	49,7	53,4	61,2	70,7
Vzorek č. 13	—	2,1	2	3,1	2,5	2,4
Vzorek č. 14	—	2,5	3	2,7	2,8	2,5
Vzorek č. 15	—	1,3	1,8	1,5	1,5	2
Vzorek č. 16	—	3,1	9,8	13,2	14,4	15,2
Kovová						
	1	2	3	4	5	6
Vzorek č. 1	2,1	2,3	2	2,6	1,9	2,2
Vzorek č. 2	25,4	27,6	35,8	46,6	50,8	57,4
Vzorek č. 3	2	1,9	2,3	2,1	2,5	3,1
Vzorek č. 4	1,8	2,2	2,4	2,2	2,7	2
Vzorek č. 5	—	3,5	4,1	3,8	4,2	4,4
Vzorek č. 6	—	12,2	15,4	17,6	18,9	19,3
Vzorek č. 7	—	3,1	2,8	2,5	2,6	2,3
Vzorek č. 8	—	3,3	3,1	2,9	2,8	3
Vzorek č. 9	—	3,2	2,9	2,4	3	2,6
Vzorek č. 10	—	11,2	13,5	14,2	15,2	16,5
Vzorek č. 11	—	2,3	2,9	2,7	3,1	2,5
Vzorek č. 12	—	3,1	2,7	2,5	2,8	3,2
Vzorek č. 13	—	2,7	2,4	2,9	3,3	3,1

Vzorek č. 14	—	9,7	12,7	13,2	14,2	14,5
Vzorek č. 15	—	1,7	2,1	2,6	2,4	2,2
Vzorek č. 16	—	2,3	2,2	1,8	1,9	2
Mýdlovitá						
	1	2	3	4	5	6
Vzorek č. 1	6,5	7,9	7,2	8,1	7,6	6,9
Vzorek č. 2	35,4	39,5	43,2	42,5	46,7	46,5
Vzorek č. 3	2,2	1,8	1,7	2,1	1,7	1,5
Vzorek č. 4	12,4	13,5	14,2	13,9	15,9	16,2
Vzorek č. 5	—	6,2	6,6	5,9	5,5	5,3
Vzorek č. 6	—	43,1	44,8	44,2	46,3	45,9
Vzorek č. 7	—	1,2	1,6	1,5	1,5	2
Vzorek č. 8	—	14,6	16,5	17,1	16,8	15,8
Vzorek č. 9	—	5,2	5,5	4,9	4,7	5,1
Vzorek č. 10	—	39,2	39,7	41,2	42,1	39,8
Vzorek č. 11	—	1,1	1,6	1,5	1,8	1,5
Vzorek č. 12	—	12,3	13,1	13,6	12,8	14,1
Vzorek č. 13	—	7,1	6,5	6,9	5,4	7,3
Vzorek č. 14	—	37,9	38,2	36,9	39,1	38,5
Vzorek č. 15	—	2,1	1,9	1,7	2,3	1,9
Vzorek č. 16	—	15,5	15,3	16,7	15,9	16,9
Máselná						
	1	2	3	4	5	6
Vzorek č. 1	12,1	12,5	11,8	11,4	13,1	13
Vzorek č. 2	12,3	12,7	12,8	12,2	13,3	12,8
Vzorek č. 3	1,3	1,7	1,6	2,4	2,5	1,9
Vzorek č. 4	1,5	1,8	2	2,7	2,3	2,2
Vzorek č. 5	—	12,2	13,2	12,6	12,8	13,4
Vzorek č. 6	—	13,4	13,3	13,3	12,9	13,7
Vzorek č. 7	—	1,7	1,5	2	2,1	1,9
Vzorek č. 8	—	1,4	1,7	1,6	2	2,3
Vzorek č. 9	—	9,8	9,5	10,6	8,4	7,9
Vzorek č. 10	—	8,8	9	9,7	8,2	7,7
Vzorek č. 11	—	1,8	2,1	1,9	1,6	2,1
Vzorek č. 12	—	1,9	2,5	2,2	1,7	1,9
Vzorek č. 13	—	8,6	7,5	7,2	8,3	7
Vzorek č. 14	—	9,1	7,3	8,1	8,4	7,5
Vzorek č. 15	—	1,2	1,7	1,6	2,1	2,2
Vzorek č. 16	—	1,5	1,5	1,2	1,7	1,6
Trávová						
	1	2	3	4	5	6
Vzorek č. 1	85,5	86,2	85,9	85,1	86,6	87,1
Vzorek č. 2	79,2	81,2	81,4	79,8	78,7	80,7
Vzorek č. 3	10,3	9,7	8,9	7,6	8,1	8,8
Vzorek č. 4	5,6	5,8	5,2	4,9	5,5	3,9
Vzorek č. 5	—	78,9	77,5	77,9	76,4	78,1
Vzorek č. 6	—	76,6	76,9	75,7	76,2	75,9
Vzorek č. 7	—	8,4	7,7	6,9	6,6	6,4
Vzorek č. 8	—	4,3	3,9	3,8	4,1	3,7
Vzorek č. 9	—	83,3	82,4	82,8	81,7	82,2
Vzorek č. 10	—	82,1	82,6	81,3	82,2	83,4
Vzorek č. 11	—	6,4	5,9	5,5	6	5,1
Vzorek č. 12	—	3,7	3,8	4,1	4,4	3,2
Vzorek č. 13	—	79,6	79,1	78,6	81,1	80,7

Vzorek č. 14	—	81,3	82,3	81,6	82,8	79,6
Vzorek č. 15	—	4,8	4,4	5,2	4,9	4,1
Vzorek č. 16	—	3,4	3,9	4,4	3,2	3,8

Příloha 5: Souhrnné charakteristiky měření barvy jednotlivých vzorků olejů

Hroznový olej 2015

Měření	L*	a*	b*	C*	h*	ΔE_{ab}^*
22 °C, světlo						
1	61,54	12,58	102,82	103,58	83,03	0
2	62,64	11,95	103,93	109,27	83,42	1,68
3	64,32	11,29	106,69	117,37	83,35	4,94
4	66,36	11,11	109,89	126,20	83,24	8,69
5	67,16	10,79	111,16	124,35	82,58	10,21
6	69,09	10,40	114,10	128,39	83,66	13,74
22 °C, tma						
1	61,54	12,58	102,82	103,58	83,03	0
2	61,83	12,51	103,32	104,08	83,10	0,59
3	62,04	12,53	103,58	104,34	83,11	0,92
4	62,27	12,79	103,96	104,74	82,99	1,37
5	62,14	12,43	103,79	104,54	83,17	1,16
6	62,28	12,44	103,93	104,67	83,18	1,34
10 °C						
1	61,54	12,58	102,82	103,58	83,03	0
2	61,45	12,69	102,76	103,55	82,96	0,16
3	61,77	12,75	103,21	103,99	82,96	0,48
4	61,89	12,86	103,45	104,25	82,91	0,77
5	61,75	12,79	103,21	104,00	82,94	0,49
6	61,68	12,79	103,08	103,87	82,93	0,37
6 °C						
1	61,54	12,58	102,82	103,58	83,03	0
2	60,91	12,65	101,87	102,65	82,93	1,14
3	60,97	12,75	102,01	102,81	82,88	1,00
4	61,21	12,79	102,41	103,19	82,88	0,57
5	60,83	12,74	101,78	102,57	82,87	1,27
6	60,91	12,82	101,89	102,69	82,83	1,15

Hroznový olej 2014

Měření	L*	a*	b*	C*	h*	ΔE_{ab}^*
22 °C, světlo						
1	45,79	11,47	77,68	78,52	81,6	0
2	45,59	11,52	83,55	79,69	82,11	5,87
3	51,25	12,59	91,58	82,34	82,83	14,97
4	57,57	13,86	100,32	85,49	83,21	25,63
5	65,88	14,06	97,31	86,72	83,53	28,20
6	69,81	15,19	102,61	89,59	83,98	34,81
22 °C, tma						
1	45,79	11,47	77,68	78,52	81,6	0
2	45,89	11,22	77,81	78,62	81,79	0,30
3	46,17	11,11	78,19	78,97	81,91	0,73
4	46,38	11,13	78,62	79,41	81,95	1,17

5	46,38	10,85	78,63	79,37	82,15	1,28
6	46,63	10,69	78,96	79,68	82,29	1,72
10 °C						
1	45,79	11,47	77,68	78,52	81,6	0
2	45,72	11,42	77,51	78,35	81,62	0,18
3	45,92	11,44	77,94	78,77	81,66	0,29
4	45,87	11,47	77,84	78,68	81,62	0,18
5	45,75	11,41	77,51	78,35	81,63	0,18
6	45,84	11,36	77,74	78,57	81,69	0,14
6 °C						
1	45,79	11,47	77,68	78,52	81,60	0
2	45,53	11,44	77,23	78,08	81,58	0,51
3	45,43	11,46	77,07	77,92	81,55	0,70
4	45,46	11,46	77,15	78,00	81,56	0,62
5	45,36	11,38	76,98	77,81	81,59	0,83
6	45,33	11,41	76,96	77,80	81,57	0,85

Slunečnicový olej

Měření	L*	a*	b*	C*	h*	ΔE_{ab}*
22 °C, světlo						
1	96,67	-1,99	28,55	28,62	93,98	0
2	97,40	-1,11	24,66	24,68	92,57	4,06
3	97,75	-1,14	24,58	24,61	92,66	4,20
4	97,95	-1,26	24,15	24,18	92,98	4,64
5	97,70	-1,19	23,02	23,05	92,95	5,68
6	97,82	-1,20	22,37	22,40	93,06	6,33
22 °C, tma						
1	96,67	-1,99	28,55	28,62	93,98	0
2	97,07	-2,19	28,27	28,36	94,44	0,53
3	97,29	-2,29	28,17	28,26	94,64	0,79
4	97,51	-1,96	27,86	27,93	94,02	1,09
5	97,27	-2,15	27,73	27,81	94,42	1,03
6	97,15	-2,44	28,62	28,72	94,86	0,67
10 °C						
1	96,67	-1,99	28,55	28,62	93,98	0
2	96,96	-2,01	28,34	28,41	94,05	0,36
3	97,23	-2,01	28,51	28,58	94,03	0,56
4	97,35	-1,99	28,47	28,54	94,02	0,68
5	97,11	-1,99	28,27	28,34	94,02	0,52
6	97,05	-2,03	28,21	28,28	94,11	0,51
6 °C						
1	96,67	-1,99	28,55	28,62	93,98	0
2	96,56	-1,96	28,43	28,50	93,93	0,16
3	96,85	-1,97	28,62	28,68	93,94	0,19
4	97,03	-1,98	28,51	28,58	93,98	0,36
5	96,53	-1,99	28,26	28,33	94,02	0,32
6	96,46	-1,88	28,45	28,51	93,77	0,26

Olivový olej

Měření	L*	a*	b*	C*	h*	ΔE_{ab}^*
22 °C, světlo						
1	88,49	-0,45	99,46	99,46	90,26	0
2	89,26	-0,61	94,56	94,56	90,37	4,96
3	90,28	-0,77	93,20	93,0	90,48	6,52
4	91,22	-1,33	90,40	90,41	90,85	9,51
5	91,26	-1,68	88,26	88,28	91,09	11,60
6	91,70	-2,16	85,78	85,81	91,44	14,15
22 °C, tma						
1	88,49	-0,45	99,46	99,46	90,26	0
2	88,37	-0,61	98,84	98,84	90,36	0,65
3	88,63	-0,75	98,56	98,56	90,43	0,96
4	88,80	-0,77	98,25	98,25	90,45	1,29
5	88,48	-0,90	97,21	97,21	90,53	2,29
6	88,41	-1,03	97,18	97,18	90,61	2,36
10 °C						
1	88,49	-0,45	99,46	99,46	90,26	0
2	88,41	-0,53	99,29	99,30	90,31	0,20
3	88,64	-0,52	99,48	99,48	90,30	0,17
4	88,69	-0,40	100,06	100,06	90,23	0,64
5	88,38	-0,55	99,19	99,19	90,32	0,30
6	88,38	-0,545	99,22	99,22	90,31	0,27
6 C						
1	88,49	-0,45	99,46	99,46	90,26	0
2	88,51	-0,64	98,13	98,14	90,37	1,34
3	88,51	-0,38	99,37	99,37	90,22	0,11
4	88,74	-0,70	97,77	97,78	90,41	1,73
5	88,24	-0,48	99,51	99,51	90,28	0,26
6	87,97	-0,20	100,646	100,65	90,11	1,32

Příloha 6: Přehled čísel kyselosti jednotlivých vzorků olejů získaných (v mg KOH/g oleje)

Na začátku skladování

<i>Vzorek č. 1</i>	Hmotnost oleje [g]	Spotřeba KOH [ml]	Číslo kyselosti
1. stanovení	m = 5,0962	V = 0,8	0,4404
2. stanovení	m = 5,0355	V = 0,7	0,3900
Průměr	—	—	0,4152
<i>Vzorek č. 2</i>	Hmotnost oleje [g]	Spotřeba KOH [ml]	Číslo kyselosti
1. stanovení	m = 5,0185	V = 0,9	0,5031
2. stanovení	m = 5,1036	V = 1,1	0,6047
Průměr	—	—	0,5539
<i>Vzorek č. 3</i>	Hmotnost oleje [g]	Spotřeba KOH [ml]	Číslo kyselosti
1. stanovení	m = 4,9701	V = 0,5	0,2822
2. stanovení	m = 5,1087	V = 0,7	0,3844
Průměr	—	—	0,3333
<i>Vzorek č. 4</i>	Hmotnost oleje [g]	Spotřeba KOH [ml]	Číslo kyselosti
1. stanovení	m = 5,1462	V = 0,4	0,2181
2. stanovení	m = 5,1638	V = 0,6	0,3260
Průměr	—	—	0,2720

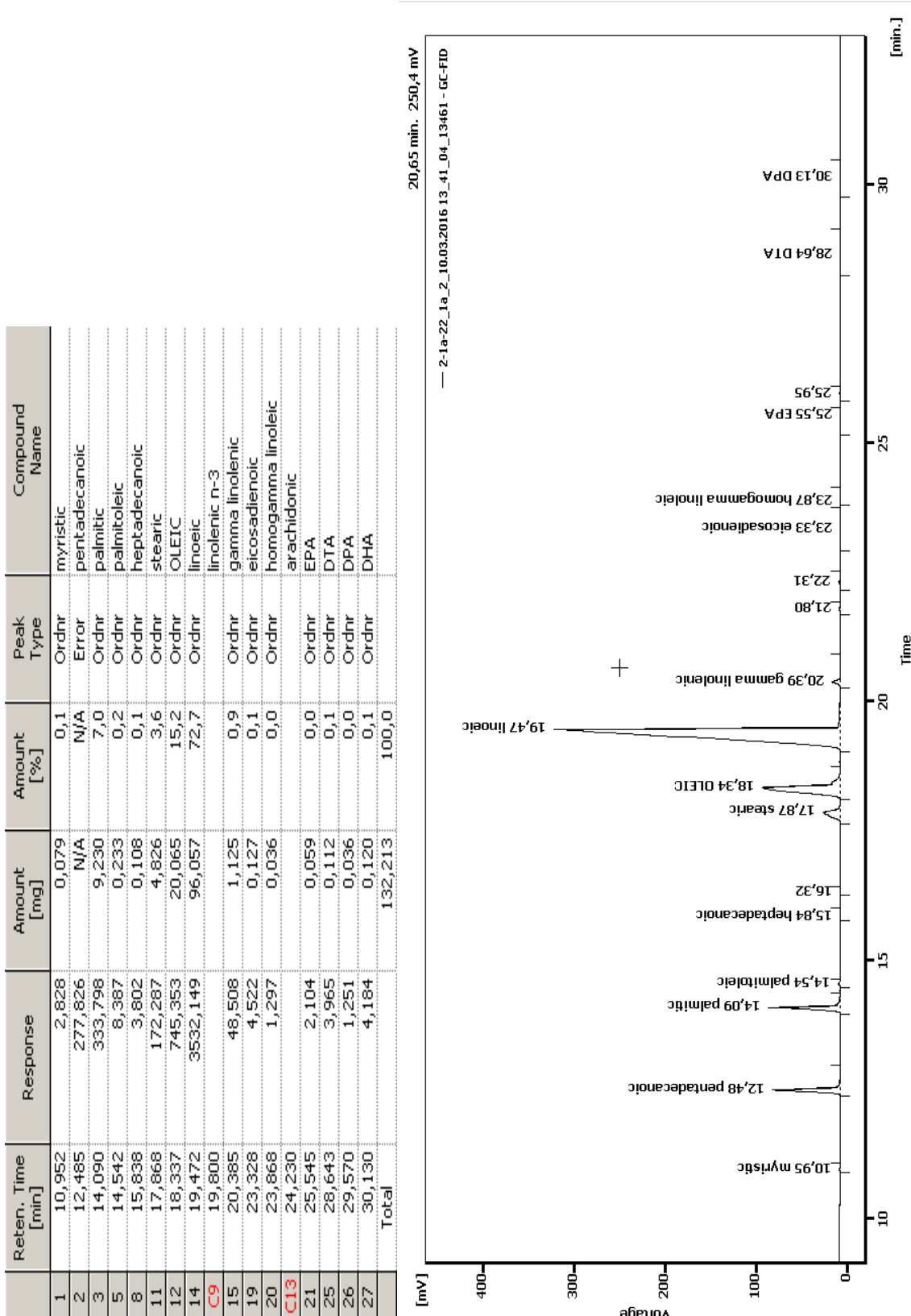
Na konci skladování

<i>Vzorek č. 1</i>	Hmotnost oleje [g]	Spotřeba KOH [ml]	Číslo kyselosti
1. stanovení	m = 5,1421	V = 1,3	0,7093
2. stanovení	m = 5,0228	V = 1,2	0,6703
Průměr	—	—	0,6898
<i>Vzorek č. 2</i>	Hmotnost oleje [g]	Spotřeba KOH [ml]	Číslo kyselosti
1. stanovení	m = 5,0475	V = 1,6	0,8893
2. stanovení	m = 5,1571	V = 1,4	0,7614
Průměr	—	—	0,8255
<i>Vzorek č. 3</i>	Hmotnost oleje [g]	Spotřeba KOH [ml]	Číslo kyselosti
1. stanovení	m = 5,0089	V = 0,7	0,3921
2. stanovení	m = 5,0354	V = 0,8	0,4457
Průměr	—	—	0,4189
<i>Vzorek č. 4</i>	Hmotnost oleje [g]	Spotřeba KOH [ml]	Číslo kyselosti
1. stanovení	m = 4,9881	V = 0,6	0,3375
2. stanovení	m = 5,1195	V = 0,6	0,3288
Průměr	—	—	0,3332
<i>Vzorek č. 5</i>	Hmotnost oleje [g]	Spotřeba KOH [ml]	Číslo kyselosti
1. stanovení	m = 5,1392	V = 0,7	0,3821
2. stanovení	m = 4,9627	V = 0,9	0,5024
Průměr	—	—	0,4423
<i>Vzorek č. 6</i>	Hmotnost oleje [g]	Spotřeba KOH [ml]	Číslo kyselosti
1. stanovení	m = 5,0052	V = 1,0	0,5605
2. stanovení	m = 5,0257	V = 1,2	0,6699

Průměr	—	—	0,6152
<i>Vzorek č. 7</i>	Hmotnost oleje [g]	Spotřeba KOH [ml]	Číslo kyselosti
1. stanovení	m = 5,0022	V = 0,7	0,3926
2. stanovení	m = 5,0584	V = 0,7	0,3882
Průměr	—	—	0,3904
<i>Vzorek č. 8</i>	Hmotnost oleje [g]	Spotřeba KOH [ml]	Číslo kyselosti
1. stanovení	m = 4,9580	V = 0,5	0,2829
2. stanovení	m = 5,0074	V = 0,6	0,3362
Průměr	—	—	0,3095
<i>Vzorek č. 9</i>	Hmotnost oleje [g]	Spotřeba KOH [ml]	Číslo kyselosti
1. stanovení	m = 4,9923	V = 0,9	0,5058
2. stanovení	m = 4,9573	V = 1,1	0,6225
Průměr	—	—	0,5642
<i>Vzorek č. 10</i>	Hmotnost oleje [g]	Spotřeba KOH [ml]	Číslo kyselosti
1. stanovení	m = 5,0665	V = 1,1	0,6091
2. stanovení	m = 5,0019	V = 1,2	0,6731
Průměr	—	—	0,6411
<i>Vzorek č. 11</i>	Hmotnost oleje [g]	Spotřeba KOH [ml]	Číslo kyselosti
1. stanovení	m = 5,0084	V = 0,6	0,3361
2. stanovení	m = 5,1476	V = 0,6	0,3270
Průměr	—	—	0,3316
<i>Vzorek č. 12</i>	Hmotnost oleje [g]	Spotřeba KOH [ml]	Číslo kyselosti
1. stanovení	m = 4,9715	V = 0,5	0,2822
2. stanovení	m = 5,2271	V = 0,6	0,3220
Průměr	—	—	0,3021
<i>Vzorek č. 13</i>	Hmotnost oleje [g]	Spotřeba KOH [ml]	Číslo kyselosti
1. stanovení	m = 5,0098	V = 0,7	0,3920
2. stanovení	m = 5,1330	V = 0,9	0,4919
Průměr	—	—	0,4420
<i>Vzorek č. 14</i>	Hmotnost oleje [g]	Spotřeba KOH [ml]	Číslo kyselosti
1. stanovení	m = 5,0329	V = 1,0	0,5574
2. stanovení	m = 5,0554	V = 1,1	0,6105
Průměr	—	—	0,5839
<i>Vzorek č. 15</i>	Hmotnost oleje [g]	Spotřeba KOH [ml]	Číslo kyselosti
1. stanovení	m = 5,0841	V = 0,6	0,3311
2. stanovení	m = 5,0061	V = 0,7	0,3923
Průměr	—	—	0,3617
<i>Vzorek č. 16</i>	Hmotnost oleje [g]	Spotřeba KOH [ml]	Číslo kyselosti
1. stanovení	m = 5,0041	V = 0,5	0,2803
2. stanovení	m = 5,0209	V = 0,5	0,2794
Průměr	—	—	0,2798

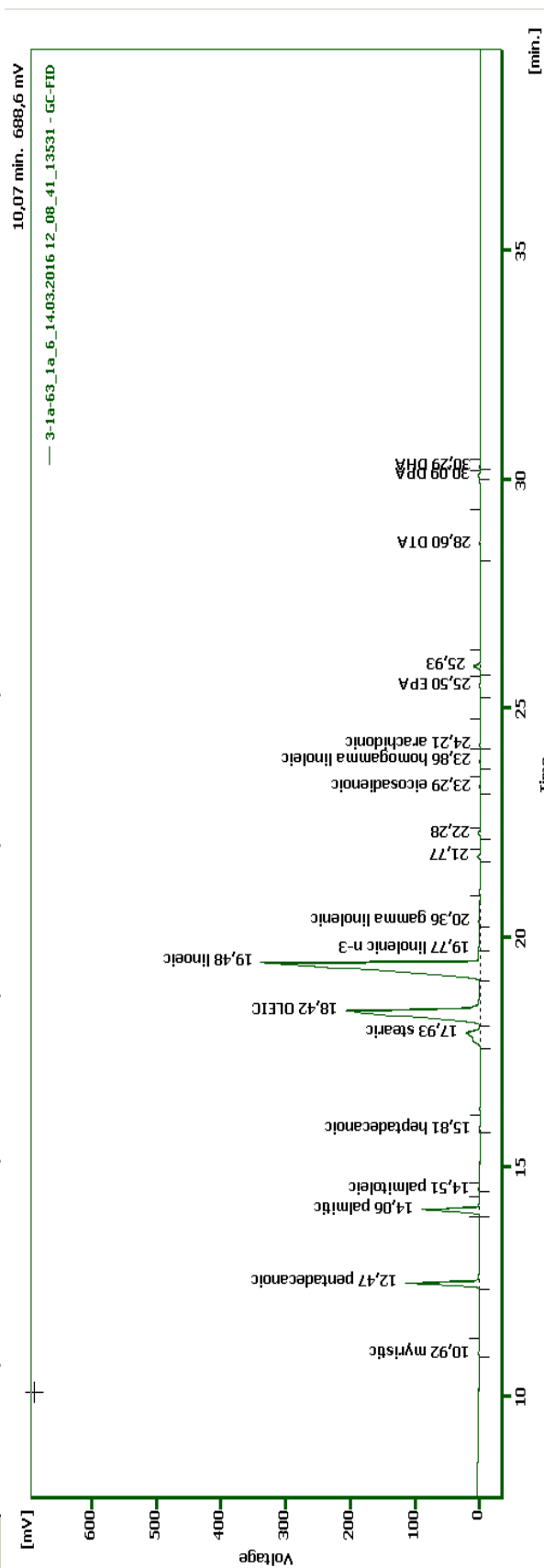
Příloha 7: Chromatogramy a příslušné tabulky s retenčními časy a množstvím MK ve vybraných vzorcích

Hroznový olej 2014 při 22 °C na světle na začátku skladování



Slunečnicový olej při 22 °C na světle na konci skladování

	Reten. Time [min]	Response	Amount [mg]	Amount [%]	Peak Type	Compound Name
1	10,918	7,474	0,209	0,1	Ordnr	myristic
2	12,468	485,656	N/A	N/A	Error	pentadecanoic
3	14,062	408,679	11,301	5,8	Ordnr	palmitic
5	14,510	15,034	0,418	0,2	Ordnr	palmitoleic
6	15,807	7,395	0,211	0,1	Ordnr	heptadecanoic
10	17,925	247,176	6,923	3,6	Ordnr	stearic
11	18,423	2362,532	63,598	32,7	Ordnr	OLEIC
12	19,475	4021,643	109,368	56,2	Ordnr	linoleic
13	19,765	47,211	1,029	0,5	Ordnr	linolenic n-3
14	20,357	35,290	0,818	0,4	Ordnr	gamma linolenic
18	23,293	4,596	0,130	0,1	Ordnr	eicosadienoic
20	24,208	5,583	0,157	0,1	Ordnr	homogamma linoleic
C13	24,400					arachidonic
21	25,498	5,824	0,162	0,1	Ordnr	EPA
26	28,600	8,510	0,241	0,1	Ordnr	DTA
30	30,285	4,296	0,125	0,1	Ordnr	DPA
C17	30,530					DHA
	Total		194,690	100,0		



Hroznový olej 2015 při 10 °C na konci skladování

	Reten. Time [min.]	Response	Amount [mg]	Amount [%]	Peak Type	Compound Name
3	10,948	14,323	0,401	0,2	Ordnr	myristic
7	12,495	400,591	N/A	N/A	Error	pentadecanoic
10	14,125	659,698	18,242	8,5	Ordnr	palmitic
12	14,553	34,086	0,949	0,4	Ordnr	palmitoleic
17	15,847	6,868	0,196	0,1	Ordnr	heptadecanoic
20	17,945	276,658	7,749	3,6	Ordnr	stearic
21	18,427	1428,595	38,457	17,8	Ordnr	OLEIC
23	19,558	5423,455	147,491	68,4	Ordnr	linoleic
C9	19,800				Ordnr	linolenic n-3
25	20,417	57,904	1,343	0,6	Ordnr	gamma linolenic
31	23,345	5,252	0,148	0,1	Ordnr	eicosadienoic
32	23,885	1,881	0,053	0,0	Ordnr	homogamma linoleic
33	24,238	1,131	0,032	0,0	Ordnr	arachidonic
34	25,530	4,556	0,127	0,1	Ordnr	EPA
41	28,635	5,809	0,164	0,1	Ordnr	DTA
43	29,553	3,556	0,103	0,0	Ordnr	DPA
44	30,125	4,584	0,131	0,1	Ordnr	DHA
	Total		215,585	100,0		

