

Ověření pravosti jednotlivých skupin olivových olejů a sledování vybraných změn během skladování

Erika Kučerová

Bakalářská práce
2017



Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně
Fakulta technologická

Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně

Fakulta technologická

Ústav technologie potravin

akademický rok: 2016/2017

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Erika Kučerová**

Osobní číslo: **T14725**

Studijní program: **B2901 Chemie a technologie potravin**

Studijní obor: **Chemie a technologie potravin**

Forma studia: **prezenční**

Téma práce: **Ověření pravosti jednotlivých skupin olivových olejů a sledování vybraných změn během skladování**

Zásady pro vypracování:

I. Teoretická část

1. Olivové oleje – charakteristika, chemické složení a požadavky na jakost.
2. Technologie výroby olivových olejů; lisování, způsoby extrakce a rafinace.
3. Falšování olivových olejů.
4. Metody ověřování pravosti olivových olejů, opatření proti falšování.

II. Praktická část

1. Ověření pravosti vybraných olivových olejů, opatření proti falšování.
2. Vyhodnocení výsledků, diskuze a závěr.



Rozsah bakalářské práce:

Rozsah příloh:

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

Seznam odborné literatury:

[1] BEN-AYED, R., KAMOUN-GRATI N. a REBAI A. An overview Of the Authentication of Olive Tree and Oil. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, 2013, Roč.12 (218-227). ISSN: 1541-4337.

[2] APARICIO-RUIZ, HARWOOD Ramón a John HARWOOD. *Handbook of Olive Oil: Analysis and Properties*. New York: Springer Science & Business Media, 2013. ISBN: 978-1-4614-7776-1.

[3] BOSKOU, Dimitros. *Olive Oil: Minor Constituents and Health*. New York: CRC press, 2009. ISBN: 978-1-4200-5993-9.

[4] TAY, M A, R.K. SINGH, S.S. KRISHNAN a J.P. GORE. Authentication of Olive Oil Adulterated with Vegetable Oils Using Fourier Transform Infrared Spectroscopy. *LWT - Food Science and Technology*, 2002, Roč.35 (99-103). ISSN:0023-6438.

Vedoucí bakalářské práce: **Ing. Richardos Nikolaos Salek**
Ústav technologie potravin

Datum zadání bakalářské práce: **3. února 2017**

Termín odevzdání bakalářské práce: **5. května 2017**

Ve Zlíně dne 3. února 2017



doc. Ing. František Buňka, Ph.D.
děkan



doc. Ing. František Buňka, Ph.D.
ředitel ústavu

Příjmení a jméno: KUCEROVA ERIKA

Obor: CHTP

PROHLÁŠENÍ

Prohlašuji, že

- beru na vědomí, že odevzdáním diplomové/bakalářské práce souhlasím se zveřejněním své práce podle zákona č. 111/1998 Sb. o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů (zákon o vysokých školách), ve znění pozdějších právních předpisů, bez ohledu na výsledek obhajoby ¹⁾;
- beru na vědomí, že diplomová/bakalářská práce bude uložena v elektronické podobě v univerzitním informačním systému dostupná k nahlédnutí, že jeden výtisk diplomové/bakalářské práce bude uložen na příslušném ústavu Fakulty technologické UTB ve Zlíně a jeden výtisk bude uložen u vedoucího práce;
- byl/a jsem seznámen/a s tím, že na moji diplomovou/bakalářskou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb. o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon) ve znění pozdějších právních předpisů, zejm. § 35 odst. 3 ²⁾;
- beru na vědomí, že podle § 60 ³⁾ odst. 1 autorského zákona má UTB ve Zlíně právo na uzavření licenční smlouvy o užití školního díla v rozsahu § 12 odst. 4 autorského zákona;
- beru na vědomí, že podle § 60 ³⁾ odst. 2 a 3 mohu užit své dílo – diplomovou/bakalářskou práci nebo poskytnout licenci k jejímu využití jen s předchozím písemným souhlasem Univerzity Tomáše Bati ve Zlíně, která je oprávněna v takovém případě ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, které byly Univerzitou Tomáše Bati ve Zlíně na vytvoření díla vynaloženy (až do jejich skutečné výše);
- beru na vědomí, že pokud bylo k vypracování diplomové/bakalářské práce využito softwaru poskytnutého Univerzitou Tomáše Bati ve Zlíně nebo jinými subjekty pouze ke studijním a výzkumným účelům (tedy pouze k nekomerčnímu využití), nelze výsledky diplomové/bakalářské práce využít ke komerčním účelům;
- beru na vědomí, že pokud je výstupem diplomové/bakalářské práce jakýkoliv softwarový produkt, považuji se za součást práce rovněž i zdrojové kódy, popř. soubory, ze kterých se projekt skládá. Neodevzdání této součásti může být důvodem k neobhájení práce.

Ve Zlíně 16. 4. 2017



¹⁾ zákon č. 111/1998 Sb. o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů (zákon o vysokých školách), ve znění pozdějších právních předpisů, § 47 Zveřejňování závěrečných prací:

(1) Vysoká škola nevydělečně zveřejňuje disertační, diplomové, bakalářské a rigorózní práce, u kterých proběhla obhajoba, včetně posudků oponentů a výsledku obhajoby prostřednictvím databáze kvalifikačních prací, kterou spravuje. Způsob zveřejnění stanoví vnitřní předpis vysoké školy.

(2) Disertační, diplomové, bakalářské a rigorózní práce odevzdané uchazečem k obhajobě musí být též nejméně pět pracovních dnů před konáním obhajoby zveřejněny k nahlížení veřejnosti v místě určeném vnitřním předpisem vysoké školy nebo není-li tak určeno, v místě pracoviště vysoké školy, kde se má konat obhajoba práce. Každý si může ze zveřejněné práce pořizovat na své náklady výpisy, opisy nebo rozmnoženiny.

(3) Platí, že odevzdáním práce autor souhlasí se zveřejněním své práce podle tohoto zákona, bez ohledu na výsledek obhajoby.

²⁾ zákon č. 121/2000 Sb. o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon) ve znění pozdějších právních předpisů, § 35 odst. 3:

- (3) Do práva autorského také nezasahuje škola nebo školské či vzdělávací zařízení, užije-li nikoli za účelem přímého nebo nepřímého hospodářského nebo obchodního prospěchu k výuce nebo k vlastní potřebě dílo vytvořené žákem nebo studentem ke splnění školních nebo studijních povinností vyplývajících z jeho právního vztahu ke škole nebo školskému či vzdělávacímu zařízení (školní dílo).
- ³⁾ zákon č. 121/2000 Sb. o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon) ve znění pozdějších právních předpisů, § 60 Školní dílo:
- (1) Škola nebo školské či vzdělávací zařízení mají za obvyklých podmínek právo na uzavření licenční smlouvy o užití školního díla (§ 35 odst. 3). Odpirá-li autor takového díla udělit svolení bez vážného důvodu, mohou se tyto osoby domáhat nahrazení chybějícího projevu jeho vůle u soudu. Ustanovení § 35 odst. 3 zůstává nedotčeno.
- (2) Není-li sjednáno jinak, může autor školního díla své dílo užít či poskytnout jinému licenci, není-li to v rozporu s oprávněnými zájmy školy nebo školského či vzdělávacího zařízení.
- (3) Škola nebo školské či vzdělávací zařízení jsou oprávněny požadovat, aby jim autor školního díla z výdělku jím dosaženého v souvislosti s užitím díla či poskytnutím licence podle odstavce 2 přiměřeně přispěl na úhradu nákladů, které na vytvoření díla vynaložily, a to podle okolností až do jejich skutečné výše; přitom se přihlíádne k vyšší výdělku dosaženého školou nebo školským či vzdělávacím zařízením z užití školního díla podle odstavce 1.

ABSTRAKT

Tato studie byla provedena s hlavním cílem, a to ověřit pravost a sledovat vybrané změny u vzorků extra panenských olivových olejů, které pocházely z obchodních řetězců v České republice, a to po dobu šesti měsíců za normálních podmínek (především domácích podmínek) skladování při pokojové teplotě (20 ± 2 ° C). Kromě toho, jeden ze vzorků byl vystaven světelnému záření. Ze získaných výsledků vychází, že u všech zkoumaných vzorků se jednalo o extra panenské olivové oleje. U olivových olejů, které byly uloženy v temnu, se kvalita v průběhu skladování po dobu šesti měsíců nijak výrazně nezměnila. U vzorku, který byl vystaven slunečnímu záření, došlo k výraznému zhoršení kvality.

Klíčová slova: Olivy, olivové oleje, oxidace, mastné kyseliny, spektroskopie, skladování

ABSTRACT

The present study was undertaken with the primary objective to evaluate the legitimacy and selected alterations of extra virgin olive oil samples obtained from the Czech market place during a 6 months storage period, simulating simple real times to rage conditions (mainly domestic conditions) at ambient temperature (20 ± 2 °C). Moreover, a supplementary objective of the current study was to investigate the phenomenon mentioned above in samples which were exposed to light. From the obtained results it could be as summed that all the examined samples fell into the category of extra virgin olive oil. Furthermore, in which that were stored in dark, the quality indices did not changed significantly during the 6 months storage period. However, according to the obtained results it was found that exposure of extra virgin olive oil into light resulted in a continuous degradation of its quality.

Keywords: Olivefruit, oliveoils, oxidation, fattyacids, spectroscopy, storage

Poděkování

Chtěla bych poděkovat panu Ing. Richardos Nicolaos Salekovi , p.H.D. za pomoc při vedení mé bakalářské práce, za poskytnutí materiálů, za cenné rady a trpělivost. Mé poděkování patří také paní Ing. Ludmile Zálešákové za pomoc a cenné rady při získávání výsledků v praktické části v laboratoři.

Prohlašuji, že jsem na bakalářské práci pracovala samostatně a použitou literaturu jsem citovala. V případě publikace výsledků, je-li to uvedeno na základě licenční smlouvy, budu uvedena jako spoluautorka.

Ve Zlíně

.....

Podpis studenta

OBSAH

ÚVOD	11
I TEORETICKÁ ČÁST	12
1 OLIVOVNÍK	13
1.1 PŮVOD A ROZŠÍŘENÍ	13
1.2 CHARAKTERISTIKA A OBECNÉ INFORMACE.....	14
1.3 KLIMATICKÉ PODMÍNKY PRO PĚSTOVÁNÍ	15
2 PLOD OLIVOVNÍKU - OLIVY	16
2.1 CHARAKTERISTIKA A OBECNÉ INFORMACE.....	16
2.2 STÁDIA RŮSTU PLODU	17
2.3 CHEMICKÉ SLOŽENÍ OLIV	18
3 OLIVOVÝ OLEJ	20
3.1 CHEMICKÉ SLOŽENÍ OLIVOVÉHO OLEJE	20
3.1.1 Mastné kyseliny, triacylglyceroly a parciální glyceridy	20
3.1.2 Uhlovodíky.....	21
3.1.3 Tokoferoly.....	21
3.1.4 Pigmenty	22
3.1.5 Alifatické a aromatické alkoholy	22
3.1.6 Steroly	23
3.1.7 Triterpenové kyseliny.....	24
3.1.8 Těkavé a aromatické sloučeniny	24
4 KLASIFIKACE A VÝROBA OLIVOVÉHO OLEJE	25
4.1 KLASIFIKACE OLIVOVÝCH OLEJŮ	25
4.1.1 Extra panenský olivový olej.....	25
4.1.2 Panenský olivový olej	26
4.1.3 Olivový olej.....	26
4.1.4 Rafinovaný olivový olej	26
4.1.5 Olivový olej z pokrutin	26
4.2 HISTORIE VÝROBY OLIVOVÉHO OLEJE	27
4.3 VÝROBA EXTRA PANENSKÉHO A PANENSKÉHO OLIVOVÉHO OLEJE	27
4.3.1 Sklizení plodů.....	28
4.3.2 Čištění a uskladnění	28
4.3.3 Drcení neboli dezintegrace.....	28
4.3.4 Získávání oleje	29
4.4 VÝROBA RAFINOVANÉHO OLIVOVÉHO OLEJE	30
4.4.1 Hydratace	30
4.4.2 Alkalická rafinace	30
4.4.3 Bělení olejů	31
4.4.4 Deodorace	31
5 METODY OVĚŘENÍ PRAVOSTI OLIVOVÝCH OLEJŮ	33
5.1 SPEKTROFOTOMETRICKÉ METODY.....	34
5.2 UV SPEKTROFOTOMETRIE.....	34
5.2.1 Infračervená spektroskopie s Fourierovou transformací.....	35
5.2.2 Nukleární magnetická resonance	35

5.3	CHROMATOGRAFICKÉ METODY	35
5.3.1	Plynová chromatografie	35
5.3.2	Kapalinová chromatografie	36
	Chromatografie na tenké vrstvě	36
	Vysoko účinná kapalinová chromatografie	36
II	PRAKTICKÁ ČÁST	37
6	CÍLE PRÁCE	38
7	MATERIÁL A METODY	39
7.1	VZORKY A PODMÍNKY SKLADOVÁNÍ.....	39
7.2	STANDARDS, ČINIDLA A ROZPOUŠTĚDLA	39
7.3	STANOVENÍ VLHKOSTI.....	39
7.4	SPEKTRFOTOMETRICKÉ STANOVENÍ V OBLASTI 232 – 272 NM	40
7.5	PEROXIDOVÉ ČÍSLO	42
7.6	STANOVENÍ VOLNÝCH MASTNÝCH KYSELIN	43
8	VÝSLEDKY A DISKUZE	45
8.1	STANOVENÍ VLHKOSTI.....	45
8.2	SPEKTRFOTOMETRICKÉ STANOVENÍ	46
8.3	STANOVENÍ PEROXIDOVÉHO ČÍSLA	52
8.4	STANOVENÍ VOLNÝCH MASTNÝCH KYSELIN	58
	ZÁVĚR	64
	SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY	65
	SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK	71
	SEZNAM OBRÁZKŮ	72
	SEZNAM TABULEK.....	75

ÚVOD

Olivový olej je jednou z hlavních složek potravy v oblasti Středomoří a díky svým jedinečným vlastnostem se rozšířil celosvětově. Olivový olej je vyráběn z plodů olivovníku evropského (*Olea Europaea*). Olivové oleje dělíme do čtyř základních skupin, a to na extra panenské olivové oleje, panenské olivové oleje, olivové oleje a rafinované olivové oleje. Základním faktorem pro klasifikaci olivového oleje je jeho titrační kyselost, jejíž maximální limitní hodnota byla stanovena Mezinárodní radou pro olivy a Evropskou unií na (≤ 0.8) u extra panenského oleje, u panenského olivového oleje (≤ 2.0), u obyčejného olivového oleje (≤ 3.3), a u lampantového (> 2.0). Extra panenský olivový olej je takový olej, který byl získán výhradně pomocí mechanických či jiných fyzikálních operací, které z hlediska teploty nevedly k žádným změnám oleje. K výrobě olivového oleje nebyly použity jiné procesy než praní, dekantace, odstředování a filtrace. Jelikož jsou náklady na výrobu extra panenského olivového oleje relativně vysoké, jsou náchylné k falšování [15, 26, 27, 29].

Teoretická část se skládá z pěti kapitol. V první kapitole je popsán olivovník evropský (*Olea europaea*), jeho původ a obecná charakteristika. V druhé kapitole jsou popsány plody olivovníku evropského – olivy. Tato kapitola se zabývá charakteristikou a chemickým složením oliv. Třetí kapitola pojednává o chemickém složení olivového oleje. Čtvrtá kapitola popisuje klasifikaci olivového oleje, jeho výrobu, a to jak výrobu extra panenského olivového oleje, tak i rafinovaného olivového oleje. V poslední kapitole jsou popsány metody využívané k ověření pravosti extra panenských olivových olejů.

Cílem praktické části bakalářské práce bylo ověření pravosti extra panenských olivových olejů a sledování vybraných změn v průběhu jejich skladování. Jako vzorky byly použity extra panenské olivové oleje, které byly pořízeny z běžně dostupných obchodních sítí v České republice. U těchto vzorků bylo provedeno stanovení obsahu vlhkosti, spektrofotometrické stanovení, stanovení peroxidového čísla a stanovení volných mastných kyselin. Experimentální část zahrnovala sledování změn u vzorků, které byly uskladněny v temnu a u vzorku, který byl vystaven světelnému záření. V této části bakalářské práce jsou všechny výsledky shrnuty a diskutovány.

I. TEORETICKÁ ČÁST

1 OLIVOVNÍK

Olivovník evropský, latinským názvem *Olea europaea* L. se skládá z rodového a druhového jména. Rodové jméno (*Olea*) odkazuje na olejnina druhové jméno (*europaea*) navrhnul v roce 1764 Linnaeus a znamená, že olivový strom je Evropského původu. Olivovník patří do třídy *Magnoliopsida*, podtřídy *Asteridae*, řádu *Scrophulariales*, čeledi *Oleaceae* a podčeledi *Oleoideae*. Olivovník evropský je velmi důležitou plodinou v oblastech středozemního moře, jako je Španělsko, Řecko či Itálie. Produkce oliv v těchto zemích tvoří až 65% z celkové produkce oliv a jsou současně největšími producenty olivových olejů. [1,2].

1.1 Původ a rozšíření

Olivový strom má vzdálené kořeny v dějinách lidstva, hrál důležitou roli v mnoha civilizacích a jeho pěstování značilo cestu k vyššímu stupni civilizace [3].

Olivovník byl považován za největší dar od Boha, neboť jeho listy symbolizovaly mír a zlatý olej z oliv byl symbolem radosti. Olivy byly symbolem čistoty, vítězství, míru a moudrosti. V průběhu olympijských her ve Starověkém Řecku byly olivové věnce dávány na hlavu vítězů [4].

Olivovník evropský (*Olea europaea*) je strom, který pochází již z Antické doby a patří do nejstarší skupiny stromů, které byly pěstovány ve Středozeří. Předchůdcem olivovníku evropského je keř olivovník, kterému se také říká „divoký“ olivovník (*Olea oleaster*). „Divoký“ olivovník se běžně vyskytuje v oblasti Marmarského moře a v podstatě v celé oblasti Středomoří. Díky postupnému šlechtění „divokého“ olivovníku byl získán strom olivovník evropský v takové podobě, v jaké ho známe dnes [1, 3].

Hlavní oblastí, kde se olivovník začal pěstovat, bylo východní pobřeží Středozeřího moře, konkrétně se začal pěstovat ve městě Kymi na Řeckém ostrově Evia. Pěstování v této oblasti začalo před více než 5000 lety. Odtud se olivovník během následujícího tisíciletí postupně rozšířil na západ a jih Středozeří a na Kanárské ostrovy. Z Kanárských ostrovů do Sýrie, Palestiny a do Izraele. V Izraeli se pěstování oliv rozšířilo hlavně díky králi Šalamounovi a králi Davidovi. Z Izraele se olivovník rozšířil do Turecka a Egypta. Suché oblasti a pobřeží Středozeřího moře jsou dodnes hlavními oblastmi, kde se olivovník vyskytuje, patří sem zejména Řecko, Španělsko a Itálie. Tyto tři země patří dodnes mezi hlavní producenty oliv a olivových olejů [1, 3, 4].

1.2 Charakteristika a obecné informace

Olivovník je středně velký stálezelený strom s mohutným kmenem a širokou kulatou korunou a dožívá se až 1000 let. Může vyrůst až do výšky 20 m, avšak pro komerční pěstování jsou olivovníky zkracovány do výšky asi 6 m [5, 6].

Listy olivovníku jsou relativně malé (délka 4-10cm a šířka 1-3cm) s rovnými okraji. Na svrchní straně jsou tmavě zelené a na spodní straně jsou šedo-zelené. Listy mají ochranný povlak a na spodní straně listů jsou speciální póry a průduchy, které jsou pokryty malými chloupky. Tyto chloupky brání ztrátám vody v listech. Listy opadávají a mění se za nové každé dva až tři roky [5].



Obrázek 1. Listy olivovníku evropského[7]

Květy jsou malé, nažloutlé a poměrně nenápadné a tvoří se na jednoletých větvích. Obsahují kalich se čtyřmi lístky, korunu, která je tvořena čtyřmi okvětními plátkami a dvě tyčinky. Každé květenství obsahuje 15-30 těchto drobných květů. Začátek kvetení probíhá na začátku listopadu a květy se začínají vyvíjet a objevovat v průběhu března a dubna [4].

Kořeny olivovníku rostou do hloubky až šest metrů a do šířky až dvanáct metrů. Je-li půda těžká (obsahuje nedostatek vody), kořeny rostou spíše v blízkosti povrchu půdy, naopak u lehkých a písčitých půd (obsahují dostatečné množství vody a jsou kypré) roste kořenový systém do hloubky. Kořenový systém olivovníku během prvních 3–4 let roste ve svislém směru a následně se rozrůstá do šířky [4, 6].



Obrázek 2. *Olea europaea* (Olivovník evropský)[8]

1.3 Klimatické podmínky pro pěstování

Olivovník je strom, kterému se nejlépe daří v oblastech se středomořským klimatem, které se vyznačuje dlouhým a teplým vegetačním obdobím a relativně chladnou zimou, ovšem k poškození rostliny dochází při teplotě pod -9°C . Dlouhá a suchá období jsou nezbytná, aby se minimalizovalo riziko onemocnění stromu a velké množství srážek v době kvetení má za následek snížení počtu plodů. Olivovníky, které rostou poblíž rovníku, rostou vegetativně, avšak většina z nich nenese plody z důvodu nedostatečně chladné zimy, která má vliv na následné kvetení [6].

Oblasti, ve kterých olivovník roste nejvíce, leží mezi 30° a 45° zemské šířky jižně a severně od rovníku – subtropický klimatický pás [3].

Subtropické oblasti jsou typické tím, že teplota nejteplejšího měsíce bývá vyšší než 20°C a teplota nejchladnějšího měsíce bývá vyšší než 0°C . Srážky v subtropických oblastech bývají velmi rozdílné. Rozpětí bývá 100 – 2760 mm ročně. V oblasti Mediteránu (Středozeemí) se nachází subtropické středomořské klima s mírnou deštivou zimou a suchým horkým létem. Průměrné roční teploty se pohybují v rozmezí 10 – 25°C , přičemž v zimních měsících teplota klesá i pod bod mrazu. V subtropickém středomořském klimatu se srážky pohybují v rozmezí 120 – 1300 mm a právě takovéto klima je typické pro růst olivovníku [9].

2 PLOD OLIVOVNÍKU - OLIVY

Oliva je plod olivovníku a jedná se o peckovici. Olivy se po sklizni a po procesu čištění z části konzumují jako potrava, avšak převážná část se zpracovává na olivový olej. Olivy se také velmi často nakládají, kdy se jako první ponoří do roztoku hydroxidu sodného pro odstranění hořkosti, poté se promyjí vodou a naloží se do slané nálevy, kde poté probíhá mléčné kvašení. Celková světová produkce oliv činí asi 1.500.000 tun ročně.[5, 10, 11, 12].

2.1 Charakteristika a obecné informace

Délka olivy je 2 -3 cm, šířka je 1-2 cm a hmotnost se pohybuje od 0,5–20,0g. Hmotnost dužiny činí 60–90 hm. % z celkové hmotnosti olivy, hmotnost pecky 10–40 hm. % a hmotnost semínka uvnitř pecky 1–4 hm. % [3, 10, 13].

Slupka tvoří ochrannou vrstvu, která představuje asi 1,0 – 3,5 hm. %, vztaženo na celkovou hmotnost plodu. V prvních stádiích vývoje je světle zelená a to díky vysokému obsahu chlorofylu, ale později se její barva mění ze světle zelené na slámově žlutou, růžovou, fialovou až černou. Tyto barevné změny jsou důsledkem změn koncentrací barviv, která jsou obsažena v plodu. Jedná se o chlorofyly, karotenoidy a antokyany [10, 13].

Dužina tvoří nejdůležitější část plodu. Jsou v ní shromážděny všechny důležité složky včetně vody, která tvoří 70–75 hm. % z celkové hmotnosti dužiny a olej. Olej se v zelených olivách vyskytuje v rozmezí 14 – 15 hm. % a v černých olivách do 30 hm. %. Tento rozdíl je dán stádiem zralosti. Olivy, které jsou určeny ke konzumaci, obsahují nižší procento oleje, protože vyšší obsah by mohl způsobovat změnu konzistence zpracovaných plodů, jako například příliš velké měknutí [13].

Pecka tvoří 10–27 hm. % z celkové hmotnosti olivy a semínko uvnitř pecky 2–4 hm. %. Semínko obsahuje 22–27 hm. % oleje [5].

Vývoj plodu, jeho růst a chemické složení závisí na odrůdě a na klimatických faktorech, jako je např. teplota, množství srážek či na relativní vlhkosti vzduchu. Tyto faktory také ovlivňují velikost pecky, kvalitu oleje nebo obsah specifických látek, např. obsah polyfenolů. Velikost oliv také závisí na množství plodů na stromě a na umístění plodu mezi větvemi[3].

Suché oblasti s velmi vysokou teplotou mohou mít za důsledek svraštění oliv. Pokud se ale stromy začnou zavlažovat, nebo teplota výrazně klesne, olivy se vrátí do původního stavu. Velké množství plodů může mít za následek pomalé zrání oliv, menší obsah oleje, opožděnou syntézu antokyanu (modré barvivo), nebo syntéza nemusí vůbec proběhnout [3, 5].

2.2 Stádia růstu plodu

Růst a vývoj olivy je rozdělen do pěti stádií. Průběh těchto stádií trvá asi 5 - 7 měsíců, záleží na odrůdě a na podmínkách při pěstování [3].

V prvním stádiu se začínají buňky množit a dochází k jejich velkému nárůstu (koncem jara). Rozvíjející se plody jsou viditelné asi 10-14 dnů o opylení. V tomto stádiu mnoho nezralých plodů umírá. V druhém stádiu dochází ke zvětšování velikosti olivy, hlavně z důvodu růstu pecky. Po čtyřech týdnech pecka, dužina i slupka jsou rozpoznatelné. Dužina se postupně zvětšuje a pecka pomalu tvrdne. Během třetí fáze se rychlost růstu plodu snižuje. Dochází zde ke ztvrdnutí pecky a k jejímu růstu do výsledné velikosti. Tato fáze je ukončena asi v polovině léta. Ve čtvrté fázi (koncem léta) se velikost plodu rychle zvětšuje v důsledku rychlého růstu dužiny a slupky. Tato fáze je velmi důležitá kvůli tvorbě oleje. Olej se začíná tvořit v buňkách dužiny. Fáze pokračuje až do podzimu, kdy se oliva mění z tmavě zelené na zeleno – žlutou barvu (zelená barva slábne v důsledku poklesu obsahu chlorofylu). Nedostatek vody během této fáze může ovlivnit kvalitu oleje. V poslední fázi se stále tvoří v plodech olej, avšak už pomaleji než v předchozí fázi. Koncem podzimu většina odrůd obsahuje již maximální množství oleje, které činí 5-30 hm. % v závislosti na odrůdě. V průběhu páté fáze dochází k nahromadění antokyanu (barviva) a barva olivy se mění na černou. Změna barvy začíná většinou na špičce plodu a postupně se zbarvuje celý plod. Plod, který má černou barvu je zralý [3].



Obrázek 3. Olivy v různém stádiu zralosti [14]

2.3 Chemické složení oliv

Strukturálně je tělo olivy složeno z velkých nepravidelných buněk a vláknitých materiálů jako je celulóza a lignin. Buňky mění velikost, tvar i funkci v průběhu zrání olivy. Složky rozpustné ve vodě jsou uvnitř vakuol a olej je umístěn v cytoplazmě a je v plodu uložen ve formě kapének. Všechny odrůdy oliv obsahují ve své dužině barvivo chlorofyl, které se v průběhu zrání vytrácí. Všeobecně, kvalita a chemické složení oliv hrají velmi důležitou roli při jejich dalším zpracování. Chemické složení plodu nelze přesně určit díky variabilnímu obsahu jednotlivých složek. Toto složení závisí na druhu, na oblasti, ve které jsou olivy pěstovány a na dalších aspektech. Přibližné chemické složení je uvedeno v tabulce č.1 [3, 10, 15].

Uvnitř dužiny je velká vakuola obsahující sacharidy, slabé kyseliny, třísloviny, ve vodě rozpustné pigmenty a minerální látky. Mezi hlavní obsažené redukující sacharidy patří glukóza, fruktóza a neredukující sacharóza a mezi hlavní obsažené kyseliny patří kyselina jablečná, citrónová a šťavelová. Všechny tyto rozpustné prvky se podílejí na struktuře a pevnosti. Během zrání oliv, kdy se mění barva ze zelené na černou, se buněčná stěna ztenčuje, a tím dochází ke snížení tvrdosti olivy. Mezi barviva, která můžeme v plodu najít, patří chlorofyl, karotenoidy a ve plném stádiu zralosti antokyany [3, 10, 11].

Chemické složení olivy je komplex, který je složen z vody, oleje, karbonylových sloučenin, minerálů, vitamínů, proteinů a pigmentů. Jak je známo, olivy jsou velmi bohaté na olej a mají nízký obsah sacharidů. Další charakteristickou vlastností oliv je vysoký obsah fenolických sloučenin a také obsah glykosidu oleuropeinu. Dužina plodu obsahuje 1–14% fenolických sloučenin. Fenolické sloučeniny jsou důležité ve více aspektech, jako například ochrana rostliny před bakteriemi, kvasinkami, plísněmi a viry nebo při tmavnutí plodu během zrání. Fenolické sloučeniny hrají také hlavní roli v lidské výživě a zdraví. Hořká chuť oliv je způsobena právě obsahem fenolických látek a to hlavně již zmiňovaným oleuropeinem. V průběhu zpracování je obsah však oleuropeinu markantně snížen extrakcí, a tím je snížena i hořkost plodu. Koncentrace fenolických látek je také ukazatelem zralosti plodu, kdy nezralý plod může obsahovat až 14% a plně zralý plod (černá oliva) může obsahovat necelé 1% fenolických látek. Také velikost plodu souvisí s koncentrací fenolických sloučenin. Plody, které mají menší velikost, obsahují vyšší koncentraci, zatímco větší plody obsahují nižší koncentraci fenolických sloučenin (konkrétně oleuropeinu). V plodu jsou obsaženy také nerozpustné sloučeniny jako hemicelulóza, celulóza a pektiny [3, 5, 10, 11].

Další složkou plodu tvoří alkany, alkoholy, aldehydy a mastné kyseliny. Alkany jsou obsaženy ve slupce a v pecce. Většinou se jedná o C22-C33 sloučeniny. U zelených oliv převažují C29 a u černých oliv C27. Co se týče alkoholů, ty jsou obsaženy jak v pecce, v dužině, tak i ve slupce. Nejčastěji se jedná o C22-C28 sloučeniny. Aldehydy najdeme také ve slupce ve formě C26-C32 sloučenin a mastné kyseliny jsou v plodu obsaženy ve dvou formách. Buď se jedná o C16-C18 sloučeniny nebo o C22-C28 sloučeniny [5].

Tabulka.č.1 Přibližné chemické složení plodu (uvedeno v mg/kg a v (w/w)) [4].

Přibližné chemické složení plodu	
Voda	60-68%
Olej	12-28%
Nasycené mastné kyseliny	12-20%
Polynenasycené mastné kyseliny	5-18%
Mononenasycené mastné kyseliny	60-80%
Karboxylové sloučeniny	
Celkově	8-12 %
Rozpustné sacharidy	0,5-5,5%
Proteiny	0,7-2,0%
Minerální látky	
Fosfor	0,02-0,25%
Draslík	0,5-3,4%
Sodík	0,01-0,2%
Vápník	0,02-0,2%
Hořčík	0,01-0,06%
Síra	0,01-0,13%
Bor	4-22 mg/kg
Měď	0,3-5,8 mg/kg
Železo	3-95 mg/kg
Mangan	0,91-5,5 mg/kg
Zinek	1,5-33 mg/kg
Popeloviny	0,4-1,1%

Toto složení je přibližné a bylo získáno na základě porovnání různých druhů oliv v různých stupních zralosti [3].

3 OLIVOVÝ OLEJ

Výroba olivového oleje stejně jako pěstování olivovníku začala ve Středozeří. Dříve se olivový olej používal ke svícení, jako součást masť a k vaření[16].

Olivový olej byl tisíce let hlavní složkou potravy pro obyvatele Středozeří, ale díky své výživové hodnotě, díky obsahu zdravých mononenasyčených mastných kyselin a díky své jedinečné chuti a vůni se již rozšířil celosvětově. Olivový olej je olej vyráběný z hospodářsky významné plodiny *Olea europaea* největšími producenty jsou země v oblasti Středozeřího moře. Kvalitní olivový olej je schopen si udržet prakticky všechny své přirozené nutriční vlastnosti, protože se získává lisováním a na rozdíl od ostatních rostlinných olejů je použit v přirozené formě. Olivový olej přitahuje zájem stále více vědců a to právě díky svým nutričním vlastnostem a díky zdravotním výhodám spojené s jeho konzumací. Je přístupné i kvalifikované zdravotní hodnocení, že mononenasyčené mastné kyseliny obsažené v olivovém oleji snižují riziko srdečních chorob[15, 17, 18].

Extra panenský olej je jeden z nejdražších olejů ve srovnání s jinými rostlinnými oleji a to je jeden z důvodů, který vede k jeho falšování. Zároveň ovlivňuje i cenu rostlinných olejů na trhu, což vede opět k pokusu znehodnocování a tím k falšování [18].

3.1 Chemické složení olivového oleje

Hlavní složkou olivového oleje jsou z 98 – 99% triacylglyceroly, dále volné mastné kyseliny, mono- a diacylglyceroly a řada lipidů, jako jsou steroly, alifatické alkoholy, tokoferoly a pigmenty. Jsou zde přítomny také fenolové sloučeniny a těkavé složky [17, 19].

3.1.1 Mastné kyseliny, triacylglyceroly a parciální glyceridy

Mezi mastné kyseliny, které jsou přítomny v olivovém oleji, patří kyselina palmitová (C16:0), palmitolejová (C16:1), stearová (C18:0), olejová (C18:1), linolová (C18:2) a lino- lenová (C18:3). Kyselina myristová, heptadekanová a eikosanová jsou v olivovém oleji obsaženy jen ve stopovém množství [17, 19, 20].

Složení mastných kyselin se mohou velmi lišit. Záleží na oblasti pěstování, na zeměpisné šířce, na podnebí, odrůdě a také na stádiu zralosti plodu. Italské, řecké a španělské olivové oleje obsahují malé množství linolové a palmitové kyseliny. Olivové oleje z Tuniska mají vyšší procento kyseliny linolové a palmitové, ale nižší obsah kyseliny olejové. Právě na základě analýzy vzorků se olivové oleje dělí na dva typy. První je s nízkým obsahem kysel-

liny linolové a palmitové a s vysokým obsahem kyseliny olejové. Druhý typ je s vysokým obsahem linolové a palmitové kyseliny a nízkým obsahem kyseliny olejové. Velmi důležitý je limit pro obsah kyseliny linolenové, neboť právě tu lze použít při falšování olivového oleje. Poměr nasycených a nenasycených mastných kyselin je v olivovém oleji přibližně 15:85 [17, 21].

Stejně jako jiné rostlinné oleje, tak i olivový olej má v triacylglycerolu vysokou koncentraci kyseliny olejové a nízkou koncentraci kyseliny palmitové a stearové v poloze 2. Plně nasycené skupiny triacylglycerolů nebyly nalezeny stejně jako plně nenasycené molekuly triacylglycerolů. Složení triacylglycerolů může být také použito pro měření kvality a čistoty olivových olejů a celkově rostlinných olejů [17, 20].

V panenském olivovém oleji je koncentrace diacylglycerolů v rozmezí 1,0-2,8 % a monoacylglyceroly jsou přítomny v mnohem menším množství, asi 0,25% [19].

Také skladování má velký vliv na složení mastných kyselin. 1,2-diacylglyceroly přítomné v čerstvém olivovém oleji mají sklon k izomeraci na 1,3-diacylglycerol. Toto uspořádání nám dává informaci o stáří olivového oleje či o jeho skladování [17].

3.1.2 Uhlovodíky

Hydrokarbony neboli uhlovodíky, jsou v olivovém oleji přítomny zejména ve formě skvalenu a β -karotenu (popsán v pigmentech). Přítomnost skvalenu (2,6,10,15,19,23-hexametyl-2,6,10,14,18,22-tetrakosahehexan) v olivovém oleji má částečně zodpovědnost za příznivé zdravotní účinky oleje a má také účinek proti některým druhům rakoviny. Obsah skvalenu je závislý na odrůdě, na způsobu extrakce oleje a během rafinace je jeho obsah výrazně snížen [17, 19].

3.1.3 Tokoferoly

Tokoferoly tvoří skupinu vitamínů, které jsou rozpustné v tucích, a jedná se o lipofilní molekuly. Rozbor panenských olivových olejů ukázal, že z osmi známých vitamínů skupiny E se v olivovém oleji vyskytuje z 90% α -tokoferol z celkového množství tokoferolů. α -tokoferol se vyskytuje ve volné formě. Obsah α -tokoferolu může být způsobem vysokým obsahem chlorofylu a zároveň přísadkou látek proti oxidaci. Plně zralý plod obsahuje méně tokoferolů a jeho úbytek může být také způsobem rafinací a hydrogenací. Tokoferoly jsou také považovány za základní antioxidanty v olivovém oleji [17, 20, 22].

3.1.4 Pigmenty

Barva panenského olivového oleje má žluté a zelené odstíny a to v důsledku přítomnosti chlorofylů a karotenoidů. Obsah pigmentů je ovlivněn odrůdou, průběhem zrání plodu, skladováním [19].

Barva je často považována za ukazatel kvality olivového oleje, i když není známý žádný standard pro její měření a porovnání. Chlorofyly jsou v olivovém oleji přítomny ve formě feofytinu. Přítomnost feofytinu souvisí s podmínkami zpracování, skladování a s enzymatickou aktivitou. Během špatného skladování může dojít k degradaci feofytinu a tím ke vzniku epimerů, např. pyrofeofytinu. Na světle se tyto zelené pigmenty rozkládají a dochází k bělení oleje [17].

Hlavními přítomnými karotenoidy v olivovém oleji jsou lutein a β -karoten. Xantofyly, hlavně vilaxantin a neoxantin jsou také přítomny v olivovém oleji, ale jen v malém množství. Celkový obsah karotenoidů většinou nepřesahuje 10mg/kg. β -karoten je v olivovém oleji obsažen v rozmezí mezi 0,4-5,1 mg/kg a lutein v rozmezí 0,2-3,4 mg/kg. Chlorofyly a karotenoidy obsažené v olivovém oleji mají vliv na autooxidaci a fotooxidaci [17, 19, 20]

3.1.5 Alifatické a aromatické alkoholy

Alifatické a aromatické alkoholy se v olivovém oleji vyskytují ve volné a esterifikované formě. Nejdůležitější jsou mastné alkoholy a diterpeny [17, 19].

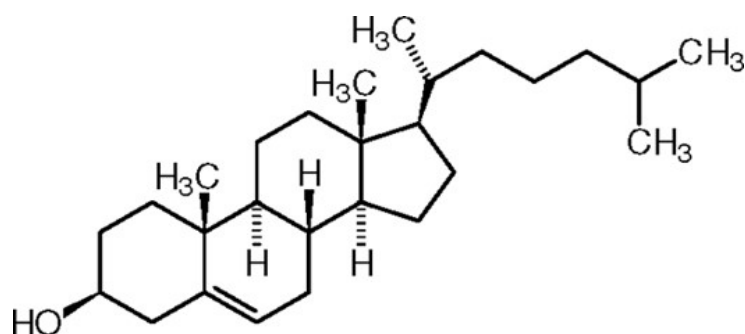
Mastné alkoholy se skládají z lineárních nasycených alkoholů s více než 16 atomy uhlíku. Hlavními mastnými alkoholy obsaženými v olivovém oleji jsou dokosanol, tetrakosanol, hexakosanol a oktakosanol. Obsah mastných alkoholů v olivovém oleji není většinou vyšší než 250mg/kg. Obsah mastných alkoholů je ovlivněn odrůdou, průběhem zrání a zpracováním [17].

Fytol a geranylgeraniol jsou dvě formy acyklických diterpenů přítomné v olivovém oleji ve volné a esterifikované formě. Fytol, který pravděpodobně pochází z chlorofylu, se pohybuje v rozmezí 25 - 595 mg/kg. Geranylgeraniol je přítomen v koncentraci nižší než 50 mg/kg [17].

3.1.6 Steroly

Steroly jsou velmi důležité lipidy týkající se kvality oleje a jsou používány pro kontrolu jeho pravosti. V olivovém oleji se vyskytují čtyři druhy sterolů – běžné steroly, 4-methylsteroly, triterpenové alkoholy a triterpenové dioly [17, 19, 20].

Olivový olej obsahuje běžné steroly hlavně ve volné a v esterifikované formě. Hlavními složkami těchto sterolů jsou β -sitosterol a Δ^5 -avenasterol. Mezi ostatní steroly, které jsou přítomny v menším množství, patří cholesterol, ergosterol, sitostanol apod. [17].



Obrázek 4. Cholesterol [23]

Steroly ve formě 4-methylsterolů obsahuje olivový olej poměrně málo. Celkový obsah 4-methyl sterolů je nižší než u běžných sterolů a pohybuje se v rozmezí 50 - 360 mg/kg. V extrahovaném olivovém oleji je obsah vyšší [17].

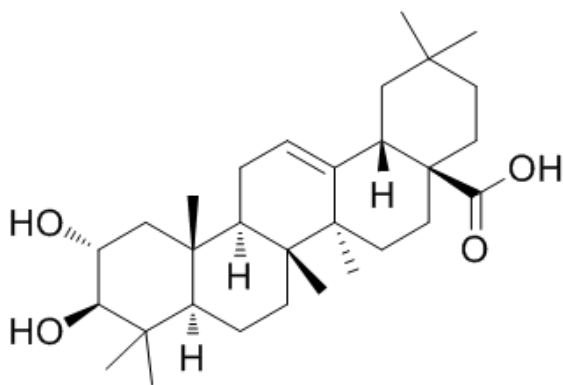
Triterpenové alkoholy se v olivovém oleji pohybují v rozmezí 350-1500 mg/kg. Hlavní složkou triterpenů je složitý 4,4-dimethylsterol, β -amyrin, butyrospermol. Dále jsou zde přítomny ve stopovém množství cyklobranol, cyklosadol aj. Významný je také 4-monomethylsterol a cykloartenol. Italské olivové oleje obsahují cykloartenol ve větším množství, než olivové oleje z Řecka nebo Španělska. Celkový obsah triterpenů je opět ovlivněn odrůdou a způsobem zpracování [17, 19].

Nejvýznamnějším triterpenovým diolem v olivovém oleji je erythrodiol a jeho obsah v oleji je ovlivněn zejména odrůdou. Celkový obsah erythrodiolu v panenském olivovém oleji se pohybuje v rozmezí od 16-69 mg/kg. Extrahované olivové oleje obsahují větší množství erythrodiolu než panenské olivové oleje [17, 19, 20].

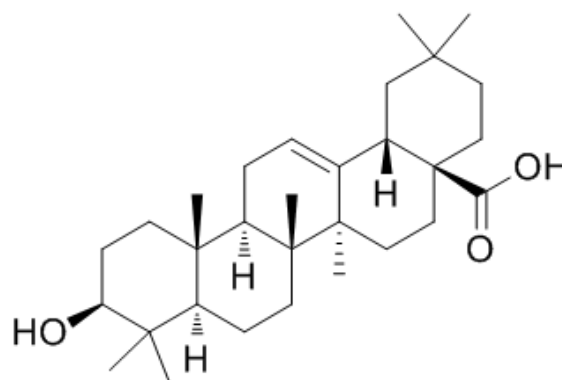
Celkový obsah v panenském olivovém oleji se většinou pohybuje v rozmezí 1000mg/g, což je nejnižší limit až 2000mg/kg. Rafinované olivové oleje obsahují výrazně nižší množství sterolů, protože rafinace vede k výrazným ztrátám sterolů [17].

3.1.7 Triterpenové kyseliny

Hydroxypentacyklotriterpenové kyseliny jsou důležitou složkou v olivách. Jedná se o biologicky aktivní látky, které jsou v olivovém oleji přítomny ve stopovém množství. Kyselina maslinová a oleanolová jsou dvě hlavní triterpenové kyseliny přítomné v panenském olivovém oleji a to proto, že jsou obsaženy ve slupce plodu a během zpracování bývají extrahovány. Celkový obsah triterpenových kyselin v panenském olivovém oleji se pohybuje v rozmezí 40-185 mg/kg. Obsah oleanolové a maslinové kyseliny v olivovém oleji je většinou vyvážený. V průběhu chemické rafinace dochází k úbytku těchto kyselin, obvykle o 50 – 80% kyseliny oleanolové a o 60 - 80% kyseliny maslinové [17, 19].



Obrázek 5. Kyselina maslinová[24]



Obrázek 6. Kyselina oleanolová [25]

3.1.8 Těkavé a aromatické sloučeniny

Kvalita panenského olivového oleje je závislá na obsahu těkavých a netěkavých sloučenin. Aroma olivového oleje je dáno velkým komplexem různých sloučenin. Složení a obsah těchto sloučenin je závislé na odrůdě, době sběru, klimatu, skladování a také na balení olivového oleje. Panenský olivový olej obsahuje přibližně dvěstěosmdesát těkavých sloučenin, ale pouze 67 sloučenin je obsaženo v takovém množství, že je možné je detekovat čichem a mohou ovlivňovat organoleptické vlastnosti olivového oleje [17, 19].

4 KLASIFIKACE A VÝROBA OLIVOVÉHO OLEJE

4.1 Klasifikace olivových olejů

Celý proces výroby olivového oleje začíná rozmělněním, jehož produktem jsou „panenské“ olivové oleje. Patří sem extra panenský olivový olej a panenský olivový olej. Další druhem je lampantový olivový olej, který je získán výhradně po fyzikálně-chemickém zásahu, a nazýváme jej rafinovaný olivový olej. Po rozmělnění plodů a získání panenských druhů olivových olejů stále zůstává v rozmělněné směsi část oleje, který nelze získat mechanickými prostředky. Tyto zbytky oleje se extrahují pomocí rozpouštědla. Takto získaný olivový olej se nazývá „pomace“ neboli olivový olej z pokrutin [26].

4.1.1 Extra panenský olivový olej

Extra panenský olivový olej je dle Úředního věstníku EU takový olej, jehož titrační kyselost neboli obsah volných mastných kyselin je menší nebo rovna 0,8 %, peroxidové číslo je menší nebo rovno 20 meq/kg [27].

Extra panenský olivový olej značí nejvyšší kvalitu olivového oleje. Základním krokem pro výrobu kvalitního extra panenského olivového oleje je získat kvalitní surovinu. Špatné klimatické podmínky, napadení plodů či poškození plodů má za následek snížení kvality. Pokud byly získány zdravé plody, výsledek kvality je ovlivněn třemi dalšími faktory:

1. Druhem a klimatickými podmínkami
2. Zralostí plodů během sběru
3. Teplotou při zpracování a dobou skladování

Zpracování oliv a skladování olivového oleje jsou poslední kroky, které mohou ovlivnit kvalitu olivového oleje [26,28].

Extra panenský olivový olej je takový olej, který byl získán výhradně pomocí mechanických či jiných fyzikálních operací, které z hlediska teploty nevedly k žádným změnám oleje. K výrobě olivového oleje nebyly použity jiné procesy než praní, dekantace, odstředování a filtrace. Jelikož jsou náklady na výrobu extra panenského olivového oleje relativně vysoké, jsou náchylné k falšování [26, 29].

4.1.2 Panenský olivový olej

Panenský olivový olej je dle Úředního věstníku EU takový olej, jehož titrační kyselost neboli obsah volných mastných kyselin je menší nebo rovna 2,0 % a peroxidové číslo je menší nebo rovno 20meq/kg [27].

Panenský olivový olej, stejně jako extra panenský olivový olej byl získán výhradně z oliv pomocí mechanických operací, avšak panenský je o něco méně kvalitní [26,28].

Extra panenský a panenský olivový olej mají stejný proces výroby, stejné podmínky při výrobě. Liší se pouze aciditou (obsahem volných mastných kyselin) a peroxidovým číslem [30].

4.1.3 Olivový olej

Olivový olej je dle Úředního věstníku EU takový olej, jehož titrační kyselost neboli obsah volných mastných kyselin je menší nebo rovna 1,0 % a peroxidové číslo je menší nebo rovno 15 meq/kg [27].

Olivový olej je složený ze směsi panenského a rafinovaného olivového oleje [31].

4.1.4 Rafinovaný olivový olej

Rafinovaný olivový olej je dle Úředního věstníku EU takový olej, jehož titrační kyselost neboli obsah volných mastných kyselin je menší nebo rovna 0,3% a peroxidové číslo je menší nebo rovno 5meq/kg [27].

Rafinace je proces, který lze provést dvěma způsoby. Alkalicky nebo fyzikálně. Alkalickou rafinací se olej zpracovává zředěnou kyselinou (nejběžnější je kyselina citrónová a kyselina fosforečná). Vysráží se bílkoviny a fosfatidy, které se oddělily při odstředování [29].

4.1.5 Olivový olej z pokrutin

Olivový olej z pokrutin je dle Úředního věstníku EU takový olej, jehož titrační kyselost neboli obsah volných mastných kyselin je menší nebo rovna 1% a peroxidové číslo je menší nebo rovno 15 meq/kg [27].

Pokrutiny (výlisky) z oliv by měly být dodány do zpracovatelského závodu ještě v ten samý den, jako byly vyrobeny k vysušení, aby se zabránilo nárůstu titrační kyselosti v olivovém oleji z pokrutin, a díky nepříznivým podmínkám pro enzymy se jejich aktivita zastaví. Vysušené výlisky se extrahují rozpouštědlem (hexan, benzen, petroléter aj.), aby

se olivový olej z pokrutin stal jedlým. Takto upravený olej se v obchodních sítích nachází pod názvem olivový olej z pokrutin – „pomace“ [32].

4.2 Historie výroby olivového oleje

Získávání olivového oleje bylo používáno již 2000 př. n. l., kdy byl olej získáván mechanickým způsobem, který zahrnoval drcení, lisování a dekantaci (oddělení oleje a vody, která byla v plodu obsažena). Olivy byly rozmělněny ručně a to pomocí kamenných válců. Poté byly rozmělněné olivy lisovány pomocí mechanické síly a takto získaný olej (ještě s obsaženou vodou) byl dán do nádrže, kde došlo k oddělení vodné a olejové fáze. Tyto tři fáze jsou dodnes základními kroky, které se uplatňují při výrobě olivového oleje. Postupně docházelo k vylepšení každé z fází, i když princip je stále stejný [33].



Obrázek 7. Historický lis na olivový olej [34]

4.3 Výroba extra panenského a panenského olivového oleje

Výroba extra panenského a panenského oleje je prezentována jako sled pěti procesů. Vypěstování stromu, sklizeň oliv a jejich zpracování, skladování olivového oleje, balení a distribuce. Olivy se sklízí buď jako zelené (nezralé) nebo jako černé (plně zralé) a při sklizni se musí dbát na minimální poškození plodů [26].

4.3.1 Sklizení plodů

Na výrobu jednoho litru olivového oleje je zapotřebí přibližně čtyři až pět kilogramů oliv. Olivy se sbírají ručně nebo pomocí mechanických vibračních strojů. Ruční sběr je nejšetrnější metodou, protože olivy zůstávají čisté a neporušené. Tato metoda je ovšem časově velmi náročná a není efektivní. V některých zemích bylo hojně využíváno také ořepání oliv ze stromu, ty byly poté zachytávány do plachet, které byly umístěny pod stromem. Tato metoda byla ale stejně neefektivní jako ruční sběr a nebyla už tak šetrná. V dnešní době se nejvíce využívá přístrojů určených ke sběru. Jedná se o automatické stroje, které pracují na principu vibrací, kdy kleště uchopí jednotlivé větvičky a pomocí otřesů a vibrací plody padají do záchytných nádrží [12, 33, 34].

4.3.2 Čištění a uskladnění

Takto získané plody jsou dopraveny do zpracovatelského závodu, kde probíhá čištění (odstraňují se příměsi a nečistoty, jako jsou listy, větvičky, scvrklé plody aj.) a poté se olivy uskladní. Velmi důležitá je teplota uskladnění, která nesmí být příliš vysoká, aby nedocházelo k fermentaci. Pro zajištění co nejvyšší kvality olivového oleje, musí být olivy zpracovány nejpozději do 24 hodin. Pokud nejsou dodrženy podmínky skladování, může dojít k působení lipolytických enzymů za současného uvolňování volných mastných kyselin a tím ke zvýšení acidity oliv a tím i olivového oleje [12, 21, 34].

4.3.3 Drcení neboli dezintegrace

Na začátku procesu se olivy drtí na pastu. Drcení neboli dezintegrace je proces, který se provádí za účelem narušení struktury plodu, částečného narušení buněk a pletiv a tím lepšího uvolnění oleje, který je v plodu uložen ve formě kapének. K dezintegraci se používají dva typy přístrojů, a to kamenný mlýn nebo drtička. Kamenné mlýny mají několik nevýhod, jako například vysoká pořizovací cena nebo pomalý proces mělnění, proto se v dnešní době už téměř nepoužívají. Získaná pasta se ještě míchá, aby došlo k co největšímu uvolnění oleje a zároveň k oddělení vody od oleje. Doba míchání je 30 – 60 minut a teplota se pohybuje v rozmezí 26,6 – 30,0 °C [12, 21].

4.3.4 Získávání oleje

Získaná pasta se poté lisuje a olej (směs vody a oleje) vytéká díky vyvíjenému tlaku. Poté dochází k oddělení oleje a vodné fáze (voda obsažená v plodech) dekantací nebo pomocí odstředivek. K získání extra panenského a panenského olivového oleje se používají dvě metody, a to diskontinuální a kontinuální. U obou metod musí být teplota neustále kontrolována, aby nedošlo k tepelné degradaci a tím ke snížení kvality olivového oleje (20 – 35°C) [21, 33, 34].

První metoda diskontinuální je označována jako metoda tradiční. Pasta se rozprostírá mezi lisovací rohože v tenké vrstvě (asi 1,25 cm), na které je vyvíjen tlak. Díky tlaku dochází k uvolňování oleje (směs vody a oleje). Takto získaná směs se uskladní ve sběrné nádrži nebo ve sběrném tanku, kde dochází díky gravitaci a různým hustotám k postupnému oddělování vodné a olejové fáze. Tato metoda je náročnější než metoda kontinuální. Je zde potřeba časté čištění a údržba. Zařízení pro tuto metodu je na obrázku 8 [12, 34].



Obrázek 8. Lisovací zařízení – diskontinuální metoda [35]

Druhou metodou je metoda kontinuální. Provádí se pomocí odstředivky. Kontinuální systém je stále více rozšířen a představuje výhody, jako například vyšší výrobní kapacita, vyšší výtěžnost či větší hygienu a čistotu. Při této metodě se na jeden kilogram pasty přidává jeden litr vody. Tato směs putuje do horizontální odstředivky, kde dochází k oddělení pevné fáze (výlisků) od kapalné (směs vody a oleje). Získaná kapalná směs pokračuje do svislé odstředivky, kde dochází k oddělení vody od oleje [33, 34].

Získaný olej se skladuje v temnu, v nerezových tancích při teplotě 15 – 18°C asi 1 – 3 měsíce, kdy dochází k oddělování zbytku vody od oleje a k sedimentaci případně obsažených částic. Některé oleje jsou před plněním ještě filtrovány [12, 34].

4.4 Výroba rafinovaného olivového oleje

Proces rafinace je používán již více, než jedno století a slouží k „čištění“ jedlých olejů a výsledkem rafinace je plně rafinovaný olej, vhodný pro lidskou spotřebu s minimální koncentrací volných mastných kyselin, fosfolipidů a barviv. Co se týče organoleptických vlastností, tak obecně platí, že rafinovaný olej je čirý, bez chuti, bez vůně a je odolný vůči žluknutí. Surové oleje se rafinují ve víceetapovém procesu, protože takovýto olej může obsahovat látky a stopové složky, které negativně ovlivňují chuť, vůni či stabilitu. Rafinace zahrnuje čtyři základní procesy, díky kterým dochází k separaci fosfolipidů, volných mastných kyselin, barviv a pachových látek [21, 36, 37, 38].

4.4.1 Hydratace

Hydratace neboli odslizení je proces založený na působení vody, roztoků kyselin a hlavně na působení koncentrovaných polyfunkčních kyselin, jako je kyselina citrónová nebo ortofosforečná. Tyto sloučeniny působí na fosfolipidy, glycerofosfolipidy, glykolipidy a další látky, které vykazují afinitu k vodě. V procesu dochází ke koagulaci neboli k vyvločkování, a to při teplotách 60 – 90°C. Oddělování (separace) probíhá buď klasickou sedimentací, nebo na odstředivkách [21,38].

4.4.2 Alkalická rafinace

Alkalická rafinace neboli neutralizace je metoda založena na neutralizaci volných mastných kyselin, snížení oxidačních produktů VMK, zbytkových bílkovin, uhlovodíků, stopových množství kovů a součástí pigmentů. Volné mastné kyseliny způsobují aciditu neboli

kyselost olivového oleje a tím snižují jeho oxidační stabilitu. Tyto volné mastné kyseliny se odstraňují vodným roztokem hydroxidu sodného, který jako zásada neutralizuje VMK a přeměňuje je na soli mastných kyselin. Koncentrace roztoku se řídí obsahem volných mastných kyselin, a čím vyšší koncentrace roztoku, tak tím je zapotřebí nižší teplota. Například, pokud je obsah volných mastných kyselin 0,5% hm., používá se 3% hm. koncentrace roztoku a teplota je okolo 90°C, zatímco při obsahuj volných mastných kyselin 3% hm., se použije 20% hm. roztoku NaOH a teplota klesá na 50°C. Vzniká směs složená ze dvou fází (oleje a soli MK). Směs solí MK plave na povrchu olejové fáze a tak ji lze snadno oddělit [21, 36, 37, 38].

4.4.3 Bělení olejů

V poslední době se tomu procesu začala věnovat zvýšená pozornost. Proces bělení slouží ke zlepšení kvality, k adsorpci barviv a značně se podílí také na stabilitě oleje. Při bělení dochází k odstranění feofytinu a karotenoidů, ale také k odstranění zbytků fosfatidů, kovů, oxidačních produktů a bílkovin. Bělení probíhá v kontinuálních bělicích na bělicí hlince za sníženého tlaku 4 000 – 9 000 Pa, aby se zamezilo oxidaci lipidů, jelikož teplota při bělení se pohybuje mezi 80 – 95°C. Doba bělení je 25 – 35 min. Po bělení se provádí filtrace na semikontinuálních filtrech [21, 37, 38].

4.4.4 Deodorace

Deodorace je posledním krokem rafinačního procesu. Jedná se o destilaci vodní parou, kdy se teplota pohybuje v rozmezí 180 – 240 °C, tlak 500 – 2 000 Pa a doba je v rozmezí 1,5 – 6 hodin. Při procesu deodorace dochází k odstranění pachových a chuťových látek (aldehydů, ketonů, alkoholů aj.), volných mastných kyselin, sterolů a tokoferolů. Separace těchto látek se děje pomocí rozdílu těkavosti triacylglycerolů a separovaných sloučenin. Tyto sloučeniny způsobují nepříjemnou chuť, zápach. Odstraňování sterolů a tokoferolů se bere jako nežádoucí, protože při odstraňování těchto složek dochází ke snížení nutriční hodnoty oleje a klesá jeho oxidační stabilita [21, 38].

Takto získaný rafinovaný olej má dobré organoleptické i fyzikálně chemické vlastnosti a poté se plní do spotřebitelských obalů a představuje konečný produkt. Pro zvýšení nutriční

hodnoty se do oleje přidávají tokoferylacetáty a retinolacetáty, což jsou formy vitamínu E a vitamínu A [21,38].

5 METODY OVĚŘENÍ PRAVOSTI OLIVOVÝCH OLEJŮ

Poptávka po vysoce kvalitním olivovém oleji neustále roste, a to díky jeho organoleptickým vlastnostem, tak díky blahodárným účinkům na zdraví. Velká poptávka a snaha vyrobit extra panenský olivový olej za menší náklady vede k falšování těchto olejů. Jak již bylo zmíněno, falšování olejů a všeobecně falšování potravin je důsledkem snížení nákladů na jejich výrobu. Extra panenský olivový olej se velmi často falšuje naředěním levnějšího oleje, a to zejména rafinovaného. Falšování olivových olejů představuje riziko jak pro výrobce, dodavatele, tak i pro spotřebitele. Nejčastěji dochází k falšování extra panenského olivového oleje, a to zejména kvůli jeho ceně. Extra panenský olivový olej je takový olej, který je vyroben pouze z jednoho druhu oliv a to pouze mechanickým lisováním za studena. Pokud takovýto olivový olej obsahuje i jiné složky, které nejsou uvedeny na etiketě, jedná se o falšovaný olivový olej [39,40].

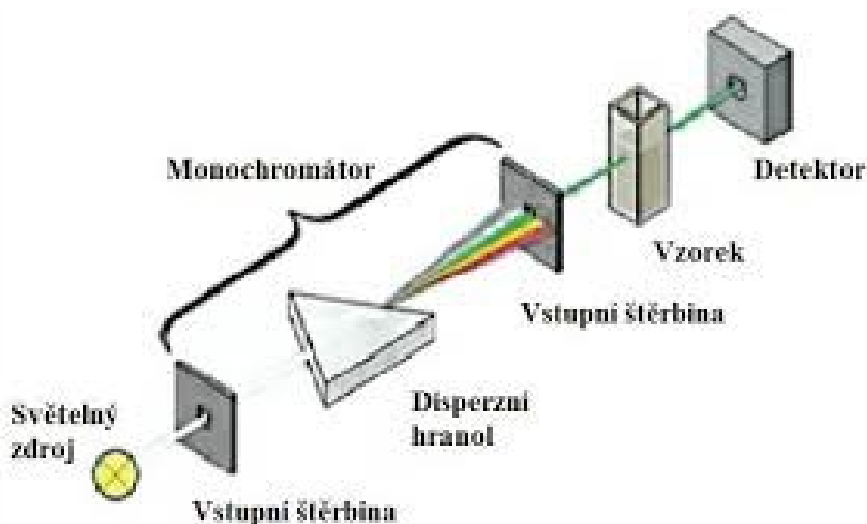
Tabulka č. 2 Vybrané limity pro extra panenské olivové oleje [41]

Vybrané limity pro extra panenské olivové oleje	
Kyselost (%)	≤ 0,8
Peroxidové číslo (meq O₂/kg)	≤ 20
Stigmastadien (mg/kg)	≤ 0,10
K232	≤ 2,50
K270	≤ 0,22
ΔK	≤ 0,01
Mastné kyseliny	
Myristová (%)	≤ 0,05
Linolenová (%)	≤ 1,0
Arachidonová (%)	≤ 0,6
Ekosanová (%)	≤ 0,4
Behenová (%)	≤ 0,2
Lignocerová (%)	≤ 0,2
Steroly	
Cholesterol (%)	≤ 0,5
Kampesterol (%)	≤ 4,0
Steroly celkem (mg/kg)	≥ 1000

5.1 Spektrofotometrické metody

5.2 UV Spektrofotometrie

Spektrofotometrie je jednou z nejvíce využívaných kvantitativních technik v chemii a jedná se o velmi citlivou metodu. Zařízení, které se používá k měření absorbance, se nazývá spektrofotometr. Při absorpci světla v roztoku se uplatňuje Lambert – Beerův zákon, který lze rozdělit na dva zákony, a to na Lambertův zákon a Beerův zákon. Lambertův zákon uvádí, že množství absorbovaného světla je přímo úměrné koncentraci rozpuštěných látek v roztoku, které jsou stanovovány. Beerův zákon charakterizuje tloušťku stanovovaného materiálu. Při použití spektrofotometru se používá standardní kvjeta o tloušťce 1cm, proto je Beerův zákon konstantní [42].



Obrázek 9. Stavba spektrofotometru [43]

Tato analýza v ultrafialové oblasti spektra poskytuje informace o jakosti tuku, o jeho změnách, zachovalosti, míře oxidace či o změnách, které byly způsobeny technologickými procesy. Adsorpce při specifických vlnových délkách určuje přítomnost konjugovaných dienů a trienů. Tyto adsorpce jsou vyjádřeny jako specifická extinkce nebo také jako extinkční koeficient a jsou označeny jako K – extinkční koeficient [44, 45].

Přítomnost vrcholů v této oblasti označuje přítomnost konjugovaných dienů a trienů. Tyto sloučeniny vznikají z nenasyčených mastných kyselin (např. linolová nebo linolenová), a to hlavně působením bělicí hlinky při bělení v průběhu procesu rafinace. Míra přítomnosti

těchto sloučenin se určuje pomocí ultrafialového záření a zkoumá se v rozmezí 200-300 nm [45,46].

5.2.1 Infračervená spektroskopie s Fourierovou transformací

Infračervená spektroskopie neboli Fourier transform infrared (FTIR) je vibrační analytická metoda určená především pro identifikaci organických sloučenin a anorganických látek. Tato metoda je založena na měření pohlceného infračerveného záření při průchodu analyzovaným vzorkem při různé vlnové délce. Jedná se o elektromagnetické záření, které má rozsah 0,78 – 1000 nm [47, 48].

V posledních letech je tato metoda hojně využívána ke stanovení jedlých olejů a tuků. FTIR je rychlá metoda, která vyžaduje minimální přípravy vzorku, je vynikajícím nástrojem pro kvantitativní analýzu, eliminuje použití toxických rozpouštědel a je poměrně levná. Tato metoda popisuje různé vlastnosti fenolických a těkavých látek, jako jsou mastné kyseliny nebo pigmenty, oxidační stabilitu a slouží pro ověření pravosti extra panenských olivových olejů. Paprsek je směřován do opticky hustého krystalu s vysokým indexem lomu, vytvoří se evanescentní vlna, která pomocí vibrací proniká na povrch vzorku a měří se pohlcené infračervené záření [40, 48, 49].

5.2.2 Nukleární magnetická resonance

Nukleární magnetická resonance (NMR) je technika využívaná pro kontrolu identity a struktury chemických sloučenin. Toho se využívá i při stanovení pravosti extra panenských olivových olej při identifikaci různých fenolických sloučenin. Fenolické sloučeniny, neboli fenoly jsou antioxidanty a extra panenský olivový olej obsahuje velké množství těchto sloučenin [50, 51].

5.3 Chromatografické metody

5.3.1 Plynová chromatografie

Jedná se o chromatografické metody, kdy je mobilní a stacionární fáze v pevném nebo kapalném skupenství. Plynová chromatografie se používá pro kvalitativní i kvantitativní analýzu široké škály materiálů. Tato metoda se používá ke stanovení aromatických a ochucujících složek, druhů a množství mastných kyselin. Sloučenina musí mít tlak páry do 300 – 400°C a musí se rychle odpařovat. Plynová chromatografie je velmi účinná a poměrně rychlá metoda používaná k ověřování pravosti extra panenských olivových olejů. Na rozdíl

od extra panenských olivových olejů, rafinovaný olivový olej obsahuje stigmastan-3,5-dien. Tento uhlovodík vzniká dehydratací beta-sitosterolu při rafinaci olejů a právě detekce právě tohoto uhlovodíku je principem ověření přítomnosti rafinovaného oleje v extra panenském olivovém oleji. Velké množství rostlinných olejů je podrobena rafinaci. Zejména bělení a dezodorace způsobují dehydrataci sterolů za vzniku steroidních uhlovodíků. Dehydratací beta-sitosterolu nejvíce vzniká již zmiňovaný stigmastan-3,5-dien a v menším množství několik izomerů, jako například stigmastan-2,4-dien nebo stigmastan-2,5-dien. Falšovaný olivový olej může obsahovat také trans mastné kyseliny. Tyto kyseliny vznikají v průběhu deodorace při rafinaci oleje a jsou tak druhým ukazatelem na přidavek rafinovaného oleje do extra panenského olivového oleje [46, 52].

5.3.2 Kapalinová chromatografie

Kapalinová chromatografie se používá ke zjištění přítomnosti volných mastných kyselin, triacylglycerolů, diacylglycerolů a monoacylglyceroly v oleji. Jedná se o metodu, kdy je mobilní fáze v plynném stavu a stacionární fáze je organická nebo anorganická sloučenina. [52].

Chromatografie na tenké vrstvě

Thin-layer chromatography (TLC) je rychlá a snadno proveditelná metoda. TLC se ukázala být vhodná pro stanovení anorganických a organických sloučenin ve složitých směsích. Princip této metody je velmi jednoduchý. Směs látek, které mají být od sebe odděleny se nanese na pevný povrch. Jako podklad se používá oxid křemičitý neboli silikagel. U lipidů se jako vyvíjecí směs používá směs petroletheru a diethyletheru [52, 53].

Vysoko účinná kapalinová chromatografie

Highperformance liquid chromatography (HPLC) je nejvíce využívanou chromatografickou technikou. Je velmi oblíbená, protože má vynikající separační výkon, vynikající selektivitu a účinkuje na široké spektrum látek, které chceme analyzovat. Principem je zjištění koncentrace jednotlivých složek obsažených ve vzorku, popřípadě i jejich izolace [52, 53].

II. PRAKTICKÁ ČÁST

6 CÍLE PRÁCE

Hlavním cílem této práce bylo ověření pravosti extra panenských olivových olejů a sledování vybraných změn během skladování. Pro dosažení tohoto základního cíle byly stanoveny následující dílčí cíle:

- v rámci teoretické části popsat chemické složení oliv a olivového oleje, výrobu olivového oleje a metody ověření pravosti olivového oleje
- spektrofotometrické stanovení
- stanovení peroxidového čísla
- stanovení volných mastných kyselin
- stanovení vlhkosti

V průběhu celého experimentu, který trval pět měsíců byl sledován vliv světla na vlastnosti oleje v průběhu skladování.

7 MATERIÁL A METODY

7.1 Vzorčky a podmínky skladování

Chemická analýza vybraných extra panenských olivových olejů probíhala na Ústavu technologie potravin Fakulty technologické Univerzity Tomáše Bati ve Zlíně po dobu šesti měsíců. V tomto experimentu bylo posuzováno celkem šest vzorků extra panenských olivových olejů (A, B, C, D, E, B_{sv}). Vzorek C a D pocházel z Řecka a vzorek A a E ze Španělska. Vzorek B byla směs extra panenských olivových olejů, pocházející z oblasti Evropské unie a mimo oblast Evropské unie. Vzorčky byly zakoupeny v běžně dostupných tržních sítích v České republice a všechny byly vyrobeny ze sběru 2014/2015. Vzorčky byly uloženy v místnosti bez přístupu světla při teplotě 20 ± 2 °C po dobu šesti měsíců. Kromě toho, byl vzorek B pořízen dvakrát, kdy jeden byl uchováván v originální láhvi v temnu spolu s ostatními vzorky (dále jako vzorek B) a druhý byl uchováván v průhledné skleněné láhvi na laboratorní polici, kde byl přerušovaně (den – noc) vystaven světlu při teplotě 20 ± 2 °C po dobu pěti měsíců (dále jako vzorek B_{sv}).

7.2 Standardy, činidla a rozpouštědla

Pro stanovení titrační kyselosti (stanovení volných mastných kyselin) byl použit etanol ($\geq 99,9\%$) a diethylether ($\geq 99,7\%$), jodid draselný ($> 99,0\%$), thiosíran sodný a hydroxid sodný ($> 99\%$). Pro stanovení peroxidového čísla byl použit chloroform ($> 99,1\%$) a kyselina octová (100,0%).

7.3 Stanovení vlhkosti

V první části experimentu byl stanoven obsah vlhkosti olivového oleje. Obsah vlhkosti udává, zda nebyl extra panenský olivový olej zředěn vodou. Při stanovení vody a sušiny se uplatňují metody přímé a nepřímé. Při našem stanovení byla použita metoda nepřímá, tj. voda byla odstraněna sušením v sušárně. Vzorek se suší do konstantní hmotnosti, nebo dokud rozdíl mezi dvěma váženými není nižší než 1 mg [54].

Pomůcky: Hliníkové váženky, písek, vzorky olivových olejů

Postup: Pro toto stanovení byly použity hliníkové váženky. Váženka s pískem byla zvážena na analytických vahách s přesností na čtyři desetinná místa. Poté byly přidány tři gramy vzorku a opět byla váženka s pískem a se vzorkem zvážena na analytických vahách. Takto připravený vzorek byl sušen v sušárně při teplotě 103 ± 2 °C dokud nebyla hmotnost kon-

stantní. Po vysušení byla váženka i s obsahem opět zvážena na analytických vahách s přesností na čtyři desetinná místa a ze zjištěných hodnot byla vypočítána vlhkost olivového oleje podle vztahu:

$$w = \frac{(M_1 - M_2)}{M_2} \cdot 100 (\%)$$

Kde

M_1 = hmotnost váženky s pískem a vzorkem před sušením [g]

M_2 = hmotnost váženky s pískem a vzorkem po sušení [g]

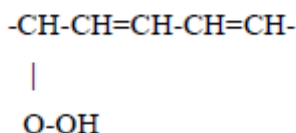
Hodnota byla poté vynásobena 100 a výsledkem byl obsah vlhkosti v %. U každého vzorku bylo stanovení provedeno dvakrát a hodnota obsahu vlhkosti byla stanovena z průměru těchto dvou stanovení.

Veškeré výsledky byly zaznamenány do tabulky a zpracovány do grafu. Ty jsou uvedeny v kapitole výsledky a diskuze.

7.4 Spektrofotometrické stanovení v oblasti 232 – 272 nm

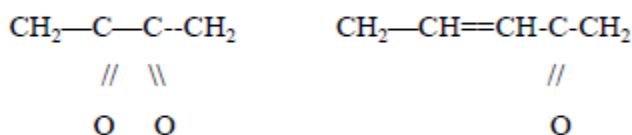
V druhé části experimentu byla stanovena specifická extinkce pomocí spektrofotometrie. Pro chemickou analýzu této části experimentu byly vzorky měřeny na zařízení UV spektrofotometru 1240, Shimadzu, který pracuje v rozsahu 190 – 1100 nm, který byl k dispozici na Ústavu technologie potravin.

Jak již bylo řečeno, spektrofotometrická analýza poskytuje informace o jakosti tuku, jeho zachovalosti, míře oxidace a o změnách způsobených technologickými procesy (viz. Teoretická část – Metody ověření pravosti olivových olejů). Konjugované dieny a trieny se dokazují při specifické vlnové délce 232 – 272 nm. K_{232} souvisí s absorpcí konjugovaných dienu, které jsou primárními produkty oxidace. K_{270} udává přítomnost konjugovaných trienu, které jsou sekundárními produkty oxidace. Adsorpce na těchto specifických vlnových délkách jsou vyjádřeny jako specifická extinkce $E_{1cm}^{1\%}$ (extinkce vyvolaná 1% roztokem oleje rozpuštěného v daném rozpouštědle při tloušťce vrstvy 1 cm). Konjugované vazby vznikají v oleji v důsledku fixace kyslíku v linolové a linolenové kyselině za vzniku hydroperoxidů [27, 55].



Obrázek 10. Vznik hydroperoxidu [55]

Tyto konjugované systémy mají největší absorpci při vlnové délce 232 nm. V průběhu další oxidace dochází k vytvoření dvojných vazeb mezi uhlíkem a kyslíkem.



Obrázek 11. Vazba uhlík – kyslík pomocí konjugované dvojně vazby [55]

Absorpční maximum těchto sloučenin je při vlnové délce 260 – 280 nm, přičemž mohou vznikat i konjugované trieny. Ty mají maximální absorpci při vlnové délce 268 nm [55].

Pomůcky: UV Spektrofotometr 1240, Shimadzu, kyvety, vzorky olejů, odměrné baňky (25ml), pipeta, rozpouštědlo – 2,2,4-trimethylpentan (isooktan).

Postup: Pro získání 1% roztoku byl navážen vzorek o hmotnosti 0,25 g. Vzorek byl vážen na analytických vahách s přesností na čtyři desetinná místa do odměrné baňky o objemu 25 ml a poté byla odměrná baňka doplněna po rysku rozpouštědlem. Pro toto stanovení bylo použito rozpouštědlo 2,2,4-trimethylpentan (isooktan). Před samotným měřením byl každý vzorek důkladně promíchán, aby došlo k co nejlepšímu rozpuštění vzorku. Velmi důležitá byla standardizace spektrofotometru. Jako standardizační roztok byl použit čistý 2,2,4-trimethylpentan. Jak již bylo zmíněno, přítomnost konjugovaných dienu a trienů se dokazuje při vlnové délce 232 – 272 nm. Pro naše stanovení byly zvoleny čtyři vlnové délky, a to 232, 264, 268 a 272 nm. Připravený roztok byl nalit do kyvety (standardní kyveta s optickou drahou 1 cm) a bylo provedeno měření.

Pomocí vztahu byla vypočítána specifická extinkce pro každou vlnovou délku:

$$K_\lambda = \left(\frac{E_\lambda}{c \cdot s} \right)$$

Kde

K_λ = Specifická extinkce při vlnové délce λ

E_λ = Extinkce měřená při vlnové délce λ

c = Koncentrace roztoku v g/100ml

s = Tloušťka kyvety v cm [21].

Poté byla stanovena hodnota ΔK :

$$\Delta K = \left| K_m - \left(\frac{K_{m-4} + K_{m+4}}{2} \right) \right|$$

Kde

K_m jsou specifické extinkce při určitých vlnových délkách [21].

Dle našich vlnových délek:

$$\Delta K = \left| K_{268} - \left(\frac{K_{264} + K_{272}}{2} \right) \right|$$

Veškeré výsledky byly zaznamenány do tabulky a zpracovány do grafů. Ty jsou uvedeny v kapitole výsledky a diskuze.

7.5 Peroxidové číslo

V třetí části experimentu bylo stanoveno peroxidové číslo. Toto číslo je důležitým ukazatelem kvality olivového oleje. Hodnota tohoto čísla je indikátorem primárních produktů oxidace, jako jsou hydroperoxydy, které poté oxidují na aldehydy a ketony, které mají za následek nepříjemnou chuť olivového oleje. K oxidačním procesům, které zahrnují tvorbu hydroperoxidů, může docházet v průběhu zpracování nebo skladování v důsledku autooxidace či foto-oxidace. Čím je hodnota peroxidového čísla vyšší, tím je nižší jeho oxidační stabilita. Peroxidové číslo je vyjádřeno v milimolech (miliekvivalentech) aktivního kyslíku na kg, které oxidují jodid draselný [27, 56].

Postatou je reakce vzorku s jodidem v roztoku kyseliny octové a chloroformu, kdy se uvolněný jód titruje roztokem thiosíranu sodného [27].

Pomůcky: 250 ml Erlenmeyerova baňky se zábrusem, byreta, thiosíran sodný, chloroform, kyselina octová, jodid draselný, škrobový maz

Postup: Na analytických vahách byl navážen vzorek do Erlenmeyerovy baňky o hmotnosti 5g s přesností na čtyři desetinná místa. Poté bylo přidáno 10 ml chloroformu a vzorek byl rychle rozpuštěn zamícháním. K této směsi bylo přidáno 15 ml kyseliny octové a 1 ml jodidu draselného. Baňka byla ihned uzavřena a neustále míchána po dobu jedné minuty. Poté byla baňka uschována v temnu po dobu 5 minut. Přidalo se přibližně 75 ml destilované vody a 5 ml škrobového mazu jako indikátor. Celá směs byla titrována 0,01 mol roztokem thiosíranu sodného za neustálého míchání až do odbarvení (světle modrá). Poté byla odečtena spotřeba odměrného roztoku.

Hodnota peroxidového čísla se vypočítá podle:

$$PV = \frac{V \cdot T \cdot 1000}{m}$$

Kde

PV = peroxide value (hodnota peroxidového čísla) [meq O₂/kg]

V = spotřeba odměrného roztoku [ml]

T = přesná koncentrace odměrného roztoku [0,01 mol/l]

m = navážka vzorku [g] [27]

Pro každý vzorek bylo toto stanovení provedeno dvakrát a za výsledek se považuje aritmetický průměr z těchto dvou stanovení. Veškeré výsledky byly zaznamenány a zpracovány do grafů. Ty jsou uvedeny v kapitole výsledky a diskuze.

7.6 Stanovení volných mastných kyselin

Ve čtvrté části experimentu byl stanoven obsah mastných kyselin neboli kyselost olivového oleje jako obsah kyseliny olejové v %. Volné mastné kyseliny jsou produkty hydrolýzy, které vznikly v průběhu zpracování nebo skladování. Mastné kyseliny jsou vázány v triacylglycerolu a působením hydrolýzy dojde k jejich uvolnění za vzniku volných mastných kyselin. Degradace TGA v jedlých olejích je nežádoucí a obsah volných mastných kyselin je jedním z nejčastějších stanovovaných jakostních ukazatelů [27, 57].

Postatou je rozpuštění vzorku v rozpouštědle. Přítomné volné mastné kyseliny se potom titrují hydroxidem draselným [27].

Pomůcky: Titrační baňky, byreta, odměrný roztok hydroxidu draselného, směs diethyletheru a ethanolu (1:1), fenolftalein.

Postup: Na analytických vahách byl navážen vzorek do titrační baňky o hmotnosti 10 g s přesností na čtyři desetinná místa. Poté bylo přidáno 50 ml směsi (diethyletheru a ethanolu) a vzorek byl rozpuštěn důkladným mícháním. Směs byla titrována na indikátor fenolftalein odměrným roztokem hydroxidu draselného do růžového zbarvení, které trvá minimálně 10 sekund.

Obsah volných mastných kyselin se vypočítá jako:

$$V \cdot c \cdot \frac{M}{1000} \cdot \frac{100}{m} = \frac{V \cdot c \cdot M}{10 \cdot m}$$

Kde

V = spotřeba odměrného roztoku [ml]

c = koncentrace odměrného roztoku hydroxidu draselného [0,5 mol/l]

m = hmotnost vzorku [g]

M = molární hmotnost kyseliny olejové [282 g/mol] [27].

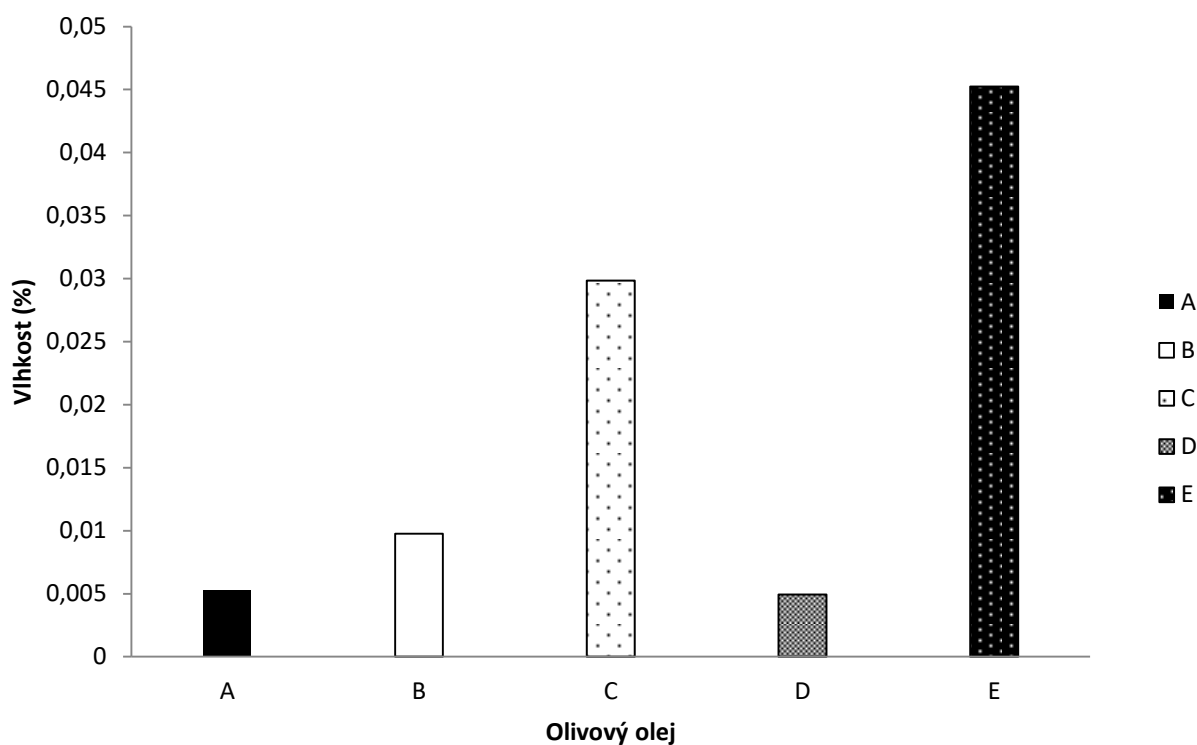
Pro každý vzorek bylo toto stanovení provedeno dvakrát a za výsledek se považuje aritmetický průměr z těchto dvou stanovení. Veškeré výsledky byly zaznamenány a zpracovány do grafů. Ty jsou uvedeny v kapitole výsledky a diskuze.

8 VÝSLEDKY A DISKUZE

8.1 Stanovení vlhkosti

Obsah vlhkosti analyzovaných vzorků se pohyboval v rozmezí 0,005 – 0,045 % (w / w). Obsah vlhkosti vzorků byl v souladu s předpisy a normami Mezinárodní rady pro olivový olej, Codex Alimentarius a Evropské unie. Maximální hodnota obsahu vlhkosti pro extra panenské olivové oleje byla stanovena IOC, Codex Alimentarius a Evropskou unií na hodnotu $\leq 0,20$ % (w/w) [17,58, 59].

Obsah vlhkosti je považován za jeden z hlavních ukazatelů, co se týče kvality extra panenského olivového oleje. Vlhkost je v biologickém materiálu přítomná vždy a výjimku netvoří ani tuky, ani oleje. Voda přítomná v tucích a olejích může sloužit jako reakční složka či jako reakční směs. I když jsou lipidy hydrofobní, snadno absorbují a udrží malé množství vlhkosti. Již malé množství vlhkosti přítomné v olejích může usnadňovat hydrolýzu esterové vazby u triacylglycerolů. Díky hydrolýze vznikají volné mastné kyseliny, jejichž přítomnost může vést k oxidaci a tím i ke žluknutí oleje a k rozvoji nepříjemné pachuti a zápachu. V následujícím obrázku jsou prezentovány výsledky o vlhkosti v jednotlivých vzorcích (Obrázek 12) [60, 61].



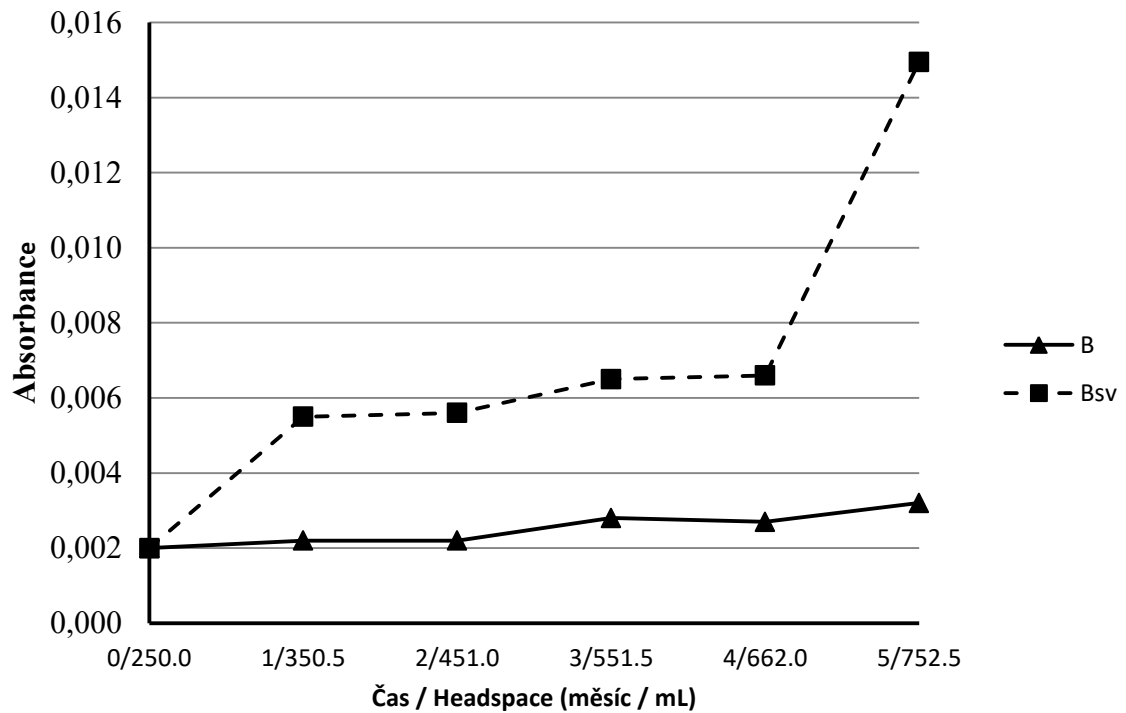
Obrázek 12. Vlhkosti v jednotlivých vzorcích ihned po otevření.

Toto stanovení bylo provedeno ihned po otevření nově zakoupených olivových olejů, a z výsledků našeho měření plyne, že žádný ze zakoupených vzorků nebyl ředěn vodou a všechny vzorky splňovaly limity pro extra panenské olivové oleje. Nejmenší vlhkost obsahoval vzorek číslo D a těsně za ním vzorek A, zatímco vzorek E vykazoval největší obsah vlhkosti a to téměř desetkrát více než vzorek D. Většina firem před plněním a distribucí přidávají ještě jeden krok – filtraci nerozpuštěných látek, při které dochází ke snížení vlhkosti [60].

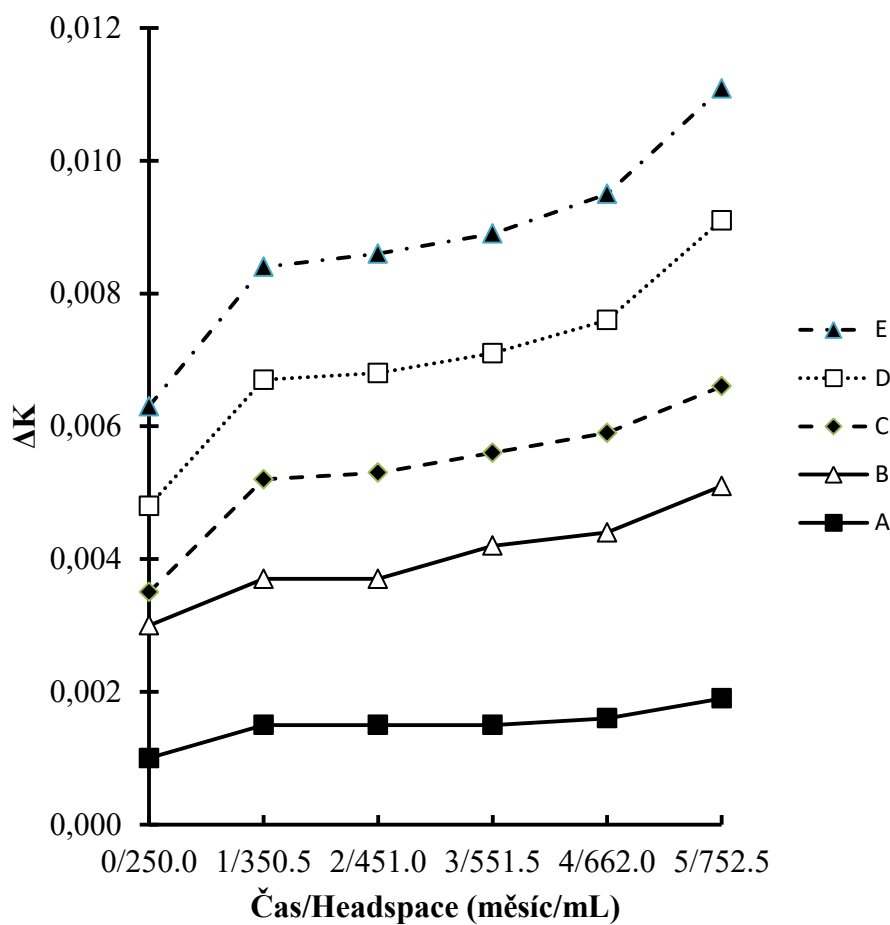
8.2 Spektrofotometrické stanovení

Jak již bylo zmíněno, spektrofotometrickým stanovením se dokazuje přítomnost konjugovaných dienu a trienů obsažených v olivovém oleji. Limity pro extra panenské olivové oleje stanoveny IOC, Codex Alimentarius a Evropskou unií jsou pro ukazatel $K_{232} \leq 2,50$, pro ukazatel $K_{270} \leq 0,22$ a pro ukazatel $\Delta K \leq 0,01$. Ukazatel ΔK ukazuje na přítomnost rafinovaného oleje nebo oleje z pokrutin v extra panenském olivovém oleji. Naměřené hodnoty ΔK pro vzorek, naměřené hodnoty ΔK pro ostatní vzorky, jsou uvedeny na obráz-

ku 14. a naměřené hodnoty pro ukazatel K_{232} a K_{270} jsou uvedeny v dalších šesti grafech (Obrázek. 15 – Obrázek. 20) [27, 58, 59].

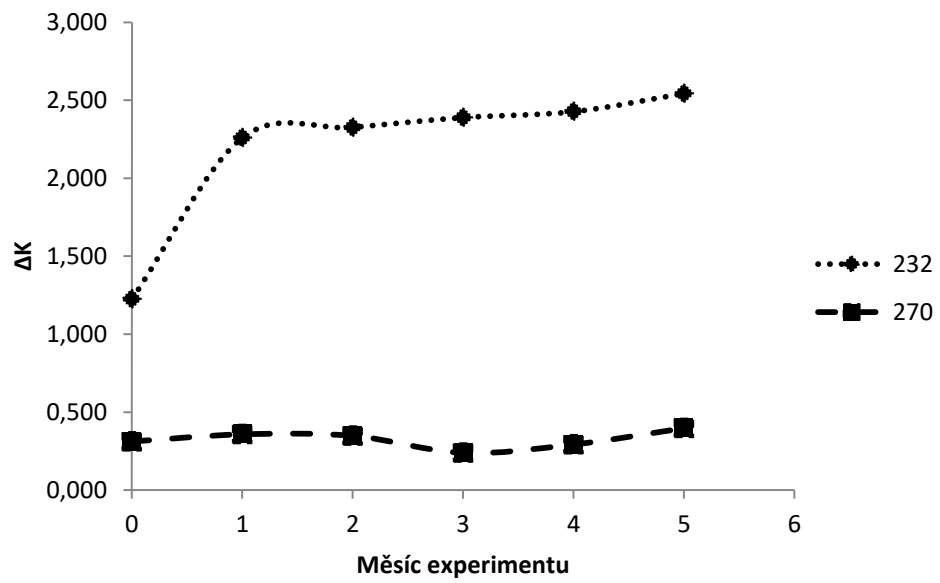


Obrázek 13. Vývoj hodnoty ΔK u vzorku skladovaného na světle v průběhu pěti měsíčního experimentu

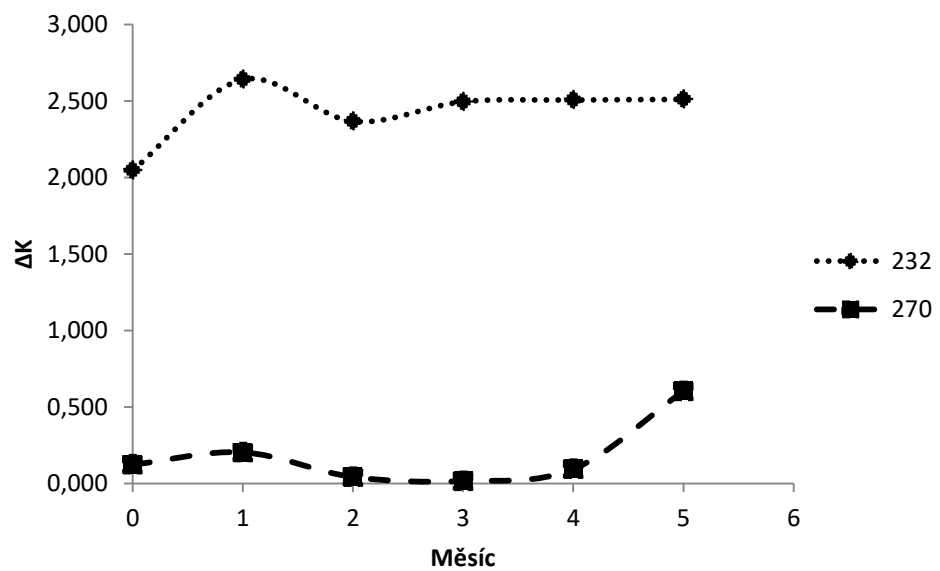


Obrázek 14. Vývoj hodnoty ΔK pro analyzované vzorky v průběhu pěti měsíčního experimentu

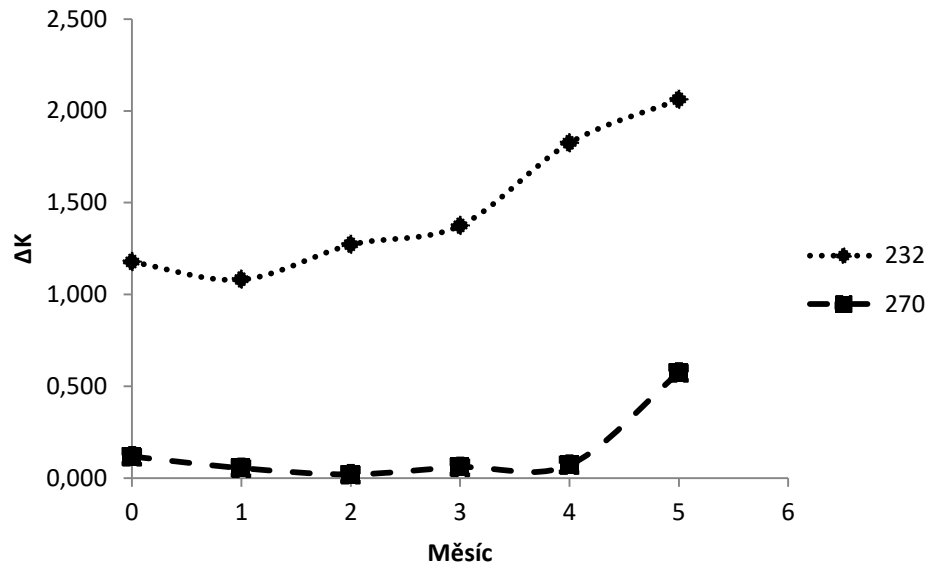
V průběhu pěti měsíců splňovaly všechny zkoumané vzorky maximální limitní hodnotu ΔK pro extra panenské olivové oleje ($\Delta K \leq 0,01$). K překročení této limity došlo až v pátém měsíci skladování, a to u vzorku A a D. U vzorku A byla hodnota $\Delta K = 0,0455$ a u vzorku D byla tato hodnota $\Delta K = 0,0105$



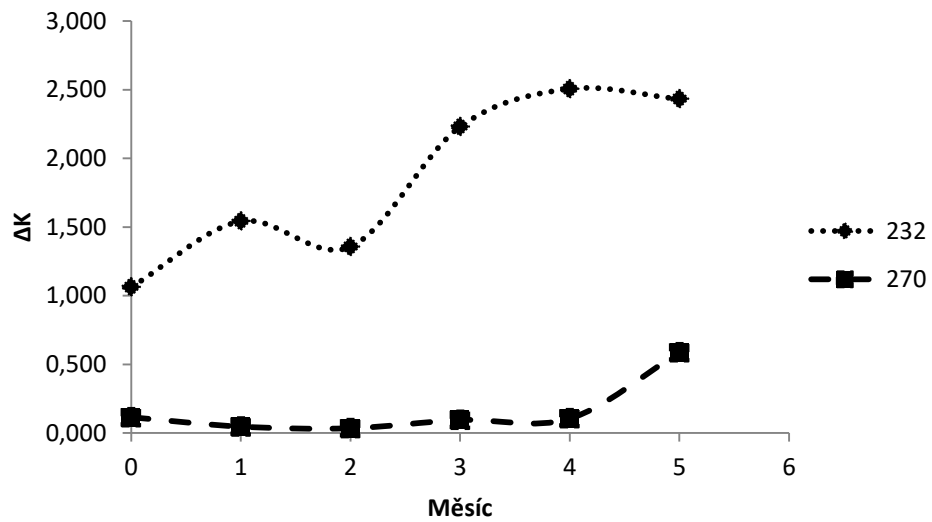
Obrázek 15. Vývoj hodnoty K_{232} a K_{270} pro vzorek A v průběhu pěti měsíčního skladování v temnu



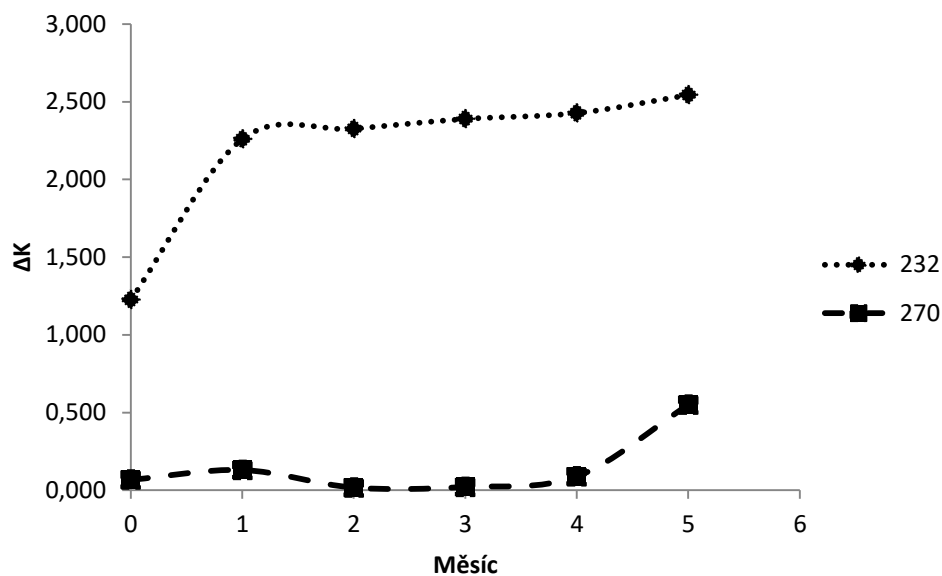
Obrázek 16. Vývoj hodnoty K_{232} a K_{270} pro vzorek B v průběhu pěti měsíčního skladování v temnu



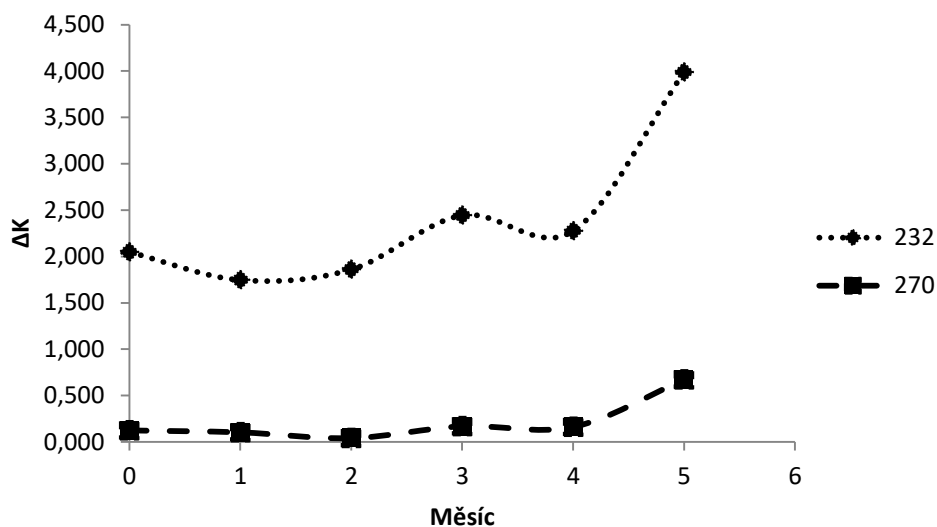
Obrázek 17. Vývoj hodnoty K_{232} a K_{270} pro vzorek C v průběhu pěti měsíčního skladování v temnu



Obrázek 18. Vývoj hodnoty K_{232} a K_{270} pro vzorek D v průběhu pěti měsíčního skladování v temnu



Obrázek 19. Vývoj hodnoty K_{232} a K_{270} pro vzorek E v průběhu pěti měsíčního skladování v temnu



Obrázek 20. Vývoj hodnoty K_{232} a K_{270} pro vzorek B_{sv} v průběhu pěti měsíčního skladování na světle

U vzorku A byly počáteční hodnoty pro K_{232} a K_{270} 2,009 a 0,312. Hodnota K_{232} v průběhu pěti měsíčního experimentu vzrostla z 2,009 na 3,244 a hodnota K_{270} z 0,312 na 0,397. Tento vzorek nespĺňoval limit pro K_{270} již na začátku experimentu. U vzorku B byly počá-

teční hodnoty pro K_{232} a K_{270} 2,047 a 0,124. Hodnota K_{232} v průběhu pěti měsíčního experimentu vzrostla na 2,51 a hodnota K_{232} na 0,604. Co se týče vzorku C, tak jeho počáteční hodnota K_{232} a K_{270} byla 1,177 a 0,118. Na konci experimentu byly naměřeny hodnoty pro K_{232} 2,062 a pro K_{270} 0,574. U vzorku D byla počáteční hodnota pro K_{232} a K_{270} 1,063 a 0,115, kdy K_{232} vzrostla na 2,432 a K_{270} na 0,586. Vzorek E měl na začátku experimentu K_{232} 1,225 a K_{270} 0,067. Tyto hodnoty v průběhu pěti měsíců experimentu vzrostly na 2,543 a na 0,549. U vzorku, který byl vystaven na světlu, tedy u vzorku $B_{sv.}$ byl nárůst těchto hodnot největší. Na začátku byla hodnota K_{232} 2,047 a vzrostla na 3,986. U K_{270} byla počáteční hodnota 0,124 a vzrostla na 0,671. Takto výrazné změny u posledního vzorku byly způsobeny především prostupem kyslíku přes průhledný obalový materiál, tzn. probíhala zde fotooxidace a částečně i autooxidace. Pristouri G a spol. ve svém experimentu uvádí, že zdrojem kyslíku není tedy jen propustnost materiálu, ale také kyslík, který je již rozpuštěn v oleji [63]. Olivový olej, který byl uložen v temnu má lepší vlastnosti a menší změny než olej, který byl vystaven světlu [64, 68].

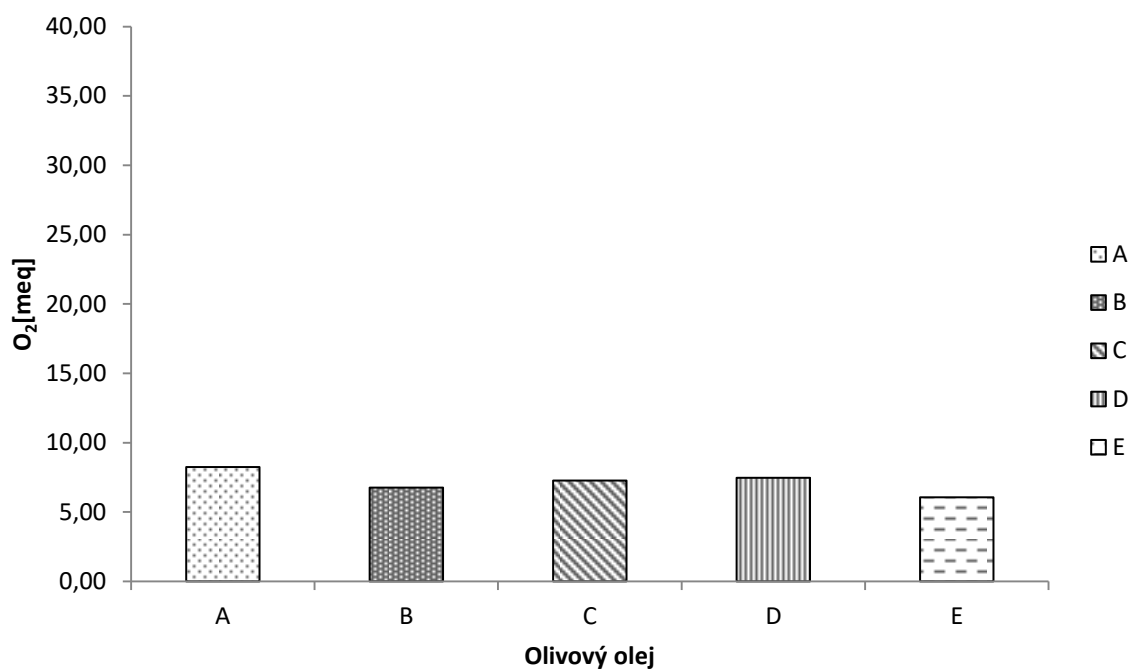
Trend byl v průběhu skladování u všech vzorků stejný, docházelo zde jen ke změně absolutní hodnoty.

8.3 Stanovení peroxidového čísla

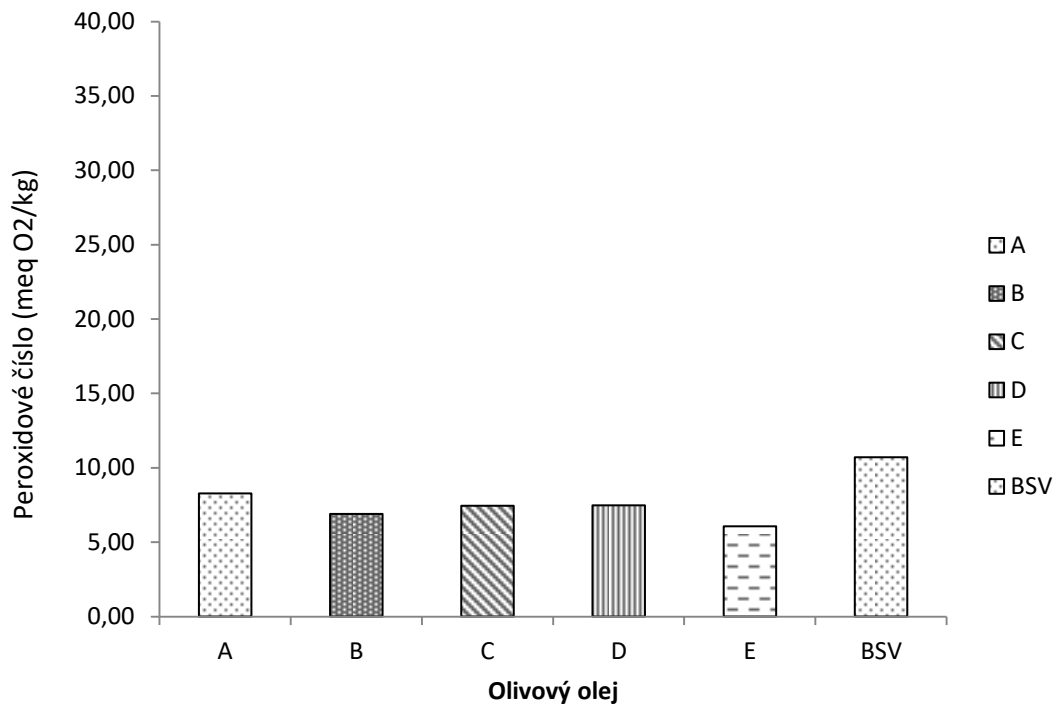
Z pohledu na kvalitu a bezpečnost potravin je stanovení peroxidového čísla (PV – Peroxide value) jedním z nejdůležitějších kontrolních měření pro kvalitu jedlých olejů, protože je indikátorem produktů primární oxidace. Tento ukazatel měří koncentrace hydroperoxidů, které jsou nestálé a rozkládají se na sekundární produkty. Reakce, které přispívají ke zvýšení peroxidového čísla jsou auto-oxidace a foto-oxidace. Auto-oxidace je reakce, při níž reaguje tripletový kyslík a může probíhat i za nepřítomnosti světla. Foto-oxidace je reakce, při níž reaguje singletový kyslík a probíhá za přítomnosti světelného záření. [65, 66, 67].

Maximální hodnota pro peroxidové číslo byla stanovena Mezinárodní radou pro olivový olej (IOOC, 2009), Codex Alimentarius (CODEX STAN., 1981) a Evropskou unií (EUC, 1991) na 20 meq O_2/kg , tzn. 20 miliekvivalentů aktivního kyslíku na jeden kilogram olivového oleje.

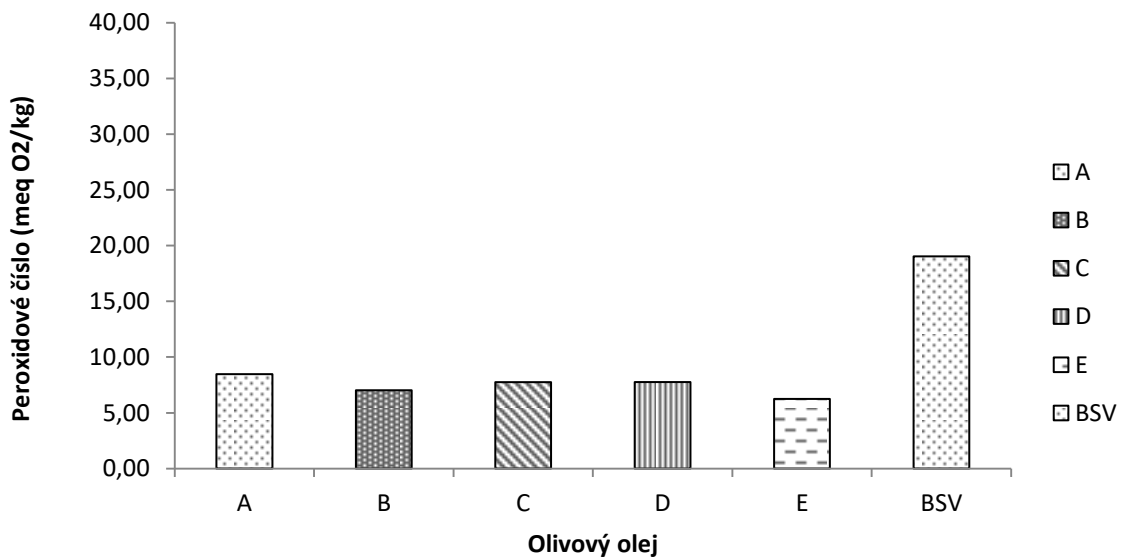
Stanovení peroxidového čísla bylo prováděno v průběhu pěti měsíců u všech vzorků a výsledky byly zpracovány do následujících grafů (Obrázek 21 – 28).



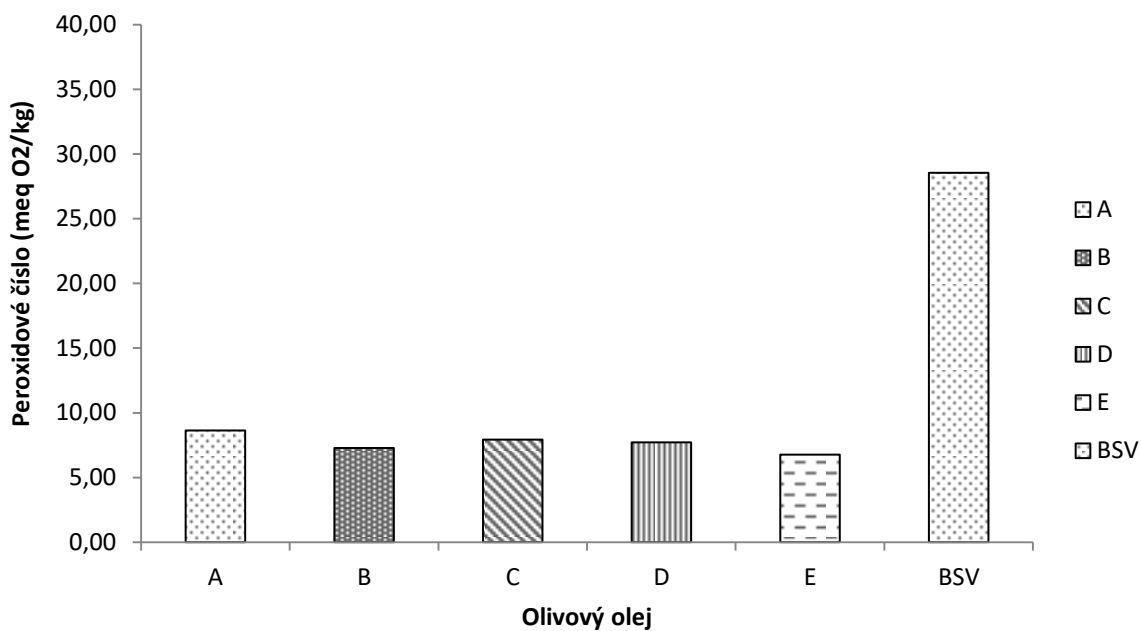
Obrázek 21. Peroxidové číslo jednotlivých vzorků olivových olejů na začátku experimentu



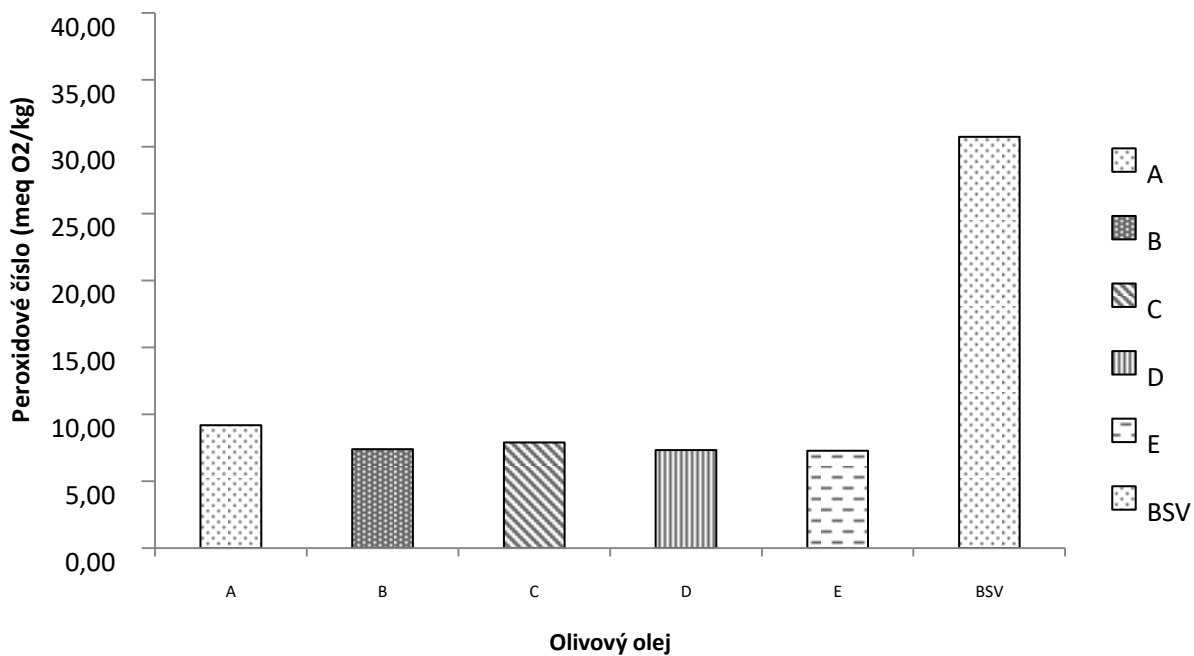
Obrázek 22. Peroxidové číslo jednotlivých vzorků olivových olejů v prvním měsíci experimentu



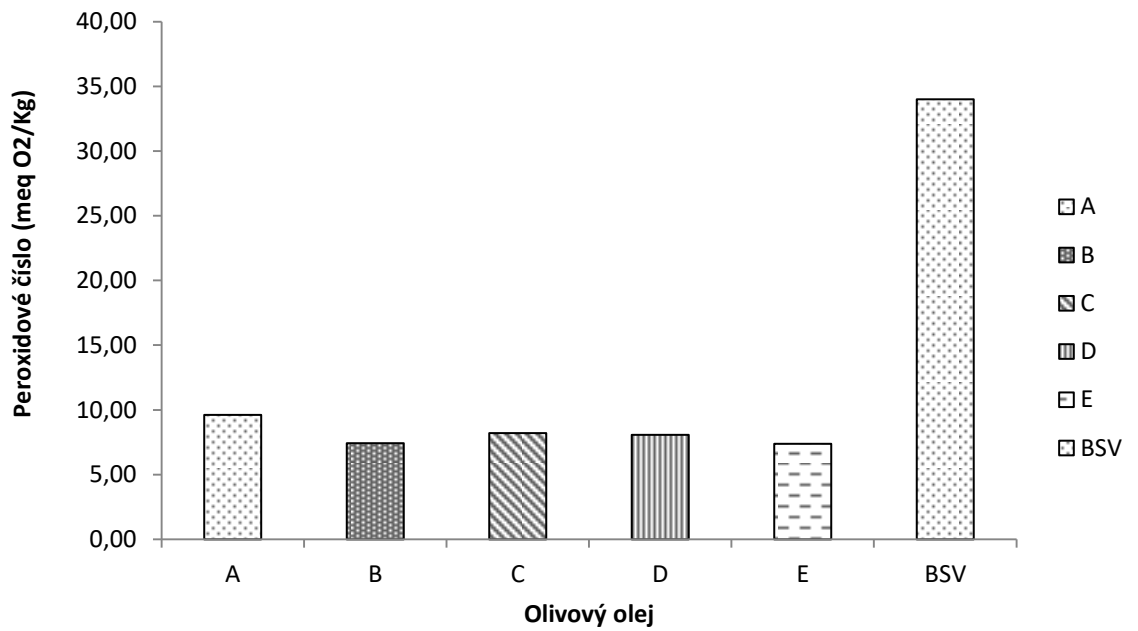
Obrázek 23. Peroxidové číslo jednotlivých vzorků olivových olejů ve druhém měsíci experimentu



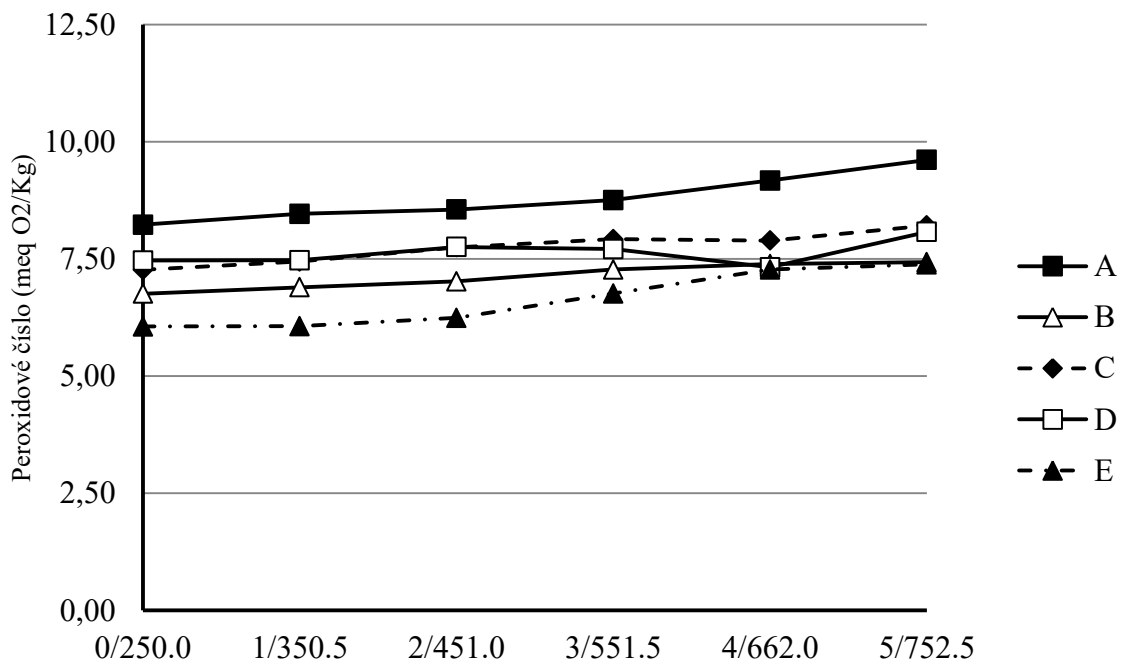
Obrázek 24. Peroxidové číslo jednotlivých vzorků olivových olejů ve třetím měsíci experimentu



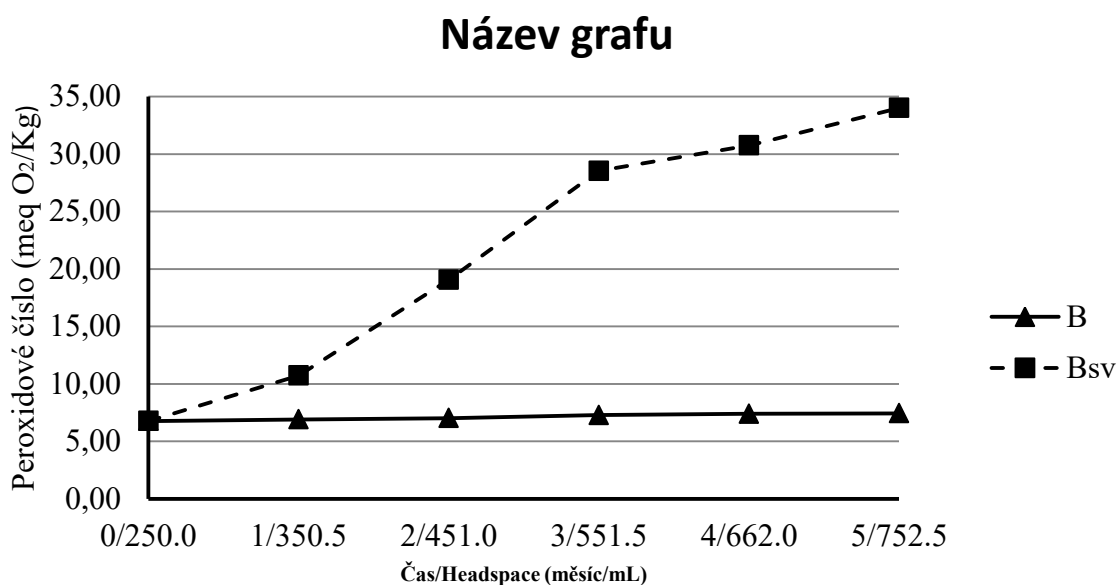
Obrázek 25. Peroxidové číslo jednotlivých vzorků olivových olejů v čtvrtém měsíci experimentu



Obrázek 26. Peroxidové číslo jednotlivých vzorků olivových olejů v pátém měsíci experimentu



Obrázek 27. Vývoj hodnoty peroxidového čísla pro všechny analyzované vzorky v průběhu pěti měsíců



Obrázek 28. Vývoj hodnoty peroxidového čísla po dobu pěti měsíců u vzorku, který byl a který nebyl vystaven světelnému záření

Jak již bylo řečeno, maximální limitní hodnota pro peroxidové číslo je 20 meq O₂/kg. Vzorky (A, B, C, D, E), které byly uskladněny v temnu a v originální láhvi splňovaly tuto hodnotu i po pěti měsících. U všech těchto vzorků docházelo k postupnému navýšení, ovšem nárůst peroxidového čísla byl malý. U vzorku (Bsv.), který byl v průhledné láhvi a byl vystaven slunečnímu záření byl nárůst peroxidového čísla velmi vysoký. Z původní hodnoty, která byla na začátku měření 6,75 meq O₂/kg vzrostlo peroxidové číslo až na hodnotu 34,05 meq O₂/kg. Již v druhém měsíci experimentu dosahovalo peroxidové číslo u tohoto vzorku téměř maximální limitní hodnoty, a to 19,04 meq O₂/kg. Na grafu (Obrázek 25.) je znázorněna změna peroxidového čísla u jednoho vzorku, kdy jeden byl v temnu (B) a druhý byl vystaven slunečnímu záření (B_{sv}) v průběhu pěti měsíců experimentu. Jak ve své studii uvádí Kanavouras a spol., i krátkodobé vystavení olivového oleje světelnému záření může výrazně podporovat oxidační procesy a přítomnost kyslíku [64]. V přítomnosti kyslíku může docházet k fotooxidaci nebo k autooxidaci, kdy substrátem pro tyto oxidace jsou volné mastné kyseliny přítomné v olivovém oleji. Při vystavení vzorku světelnému záření dochází k fotooxidaci přírodních fotosenzibilizátorů (chlorofylů), které reagují s tripletovým kyslíkem za vzniku excitovaného stavu – singletového kyslíku. Poté vzniká volný radikál z nenasycených mastných kyselin přítomných v olivovém oleji, což vede k produkci hydroperoxidů a poté ke vzniku karbonylových sloučenin. Autooxidace je radi-

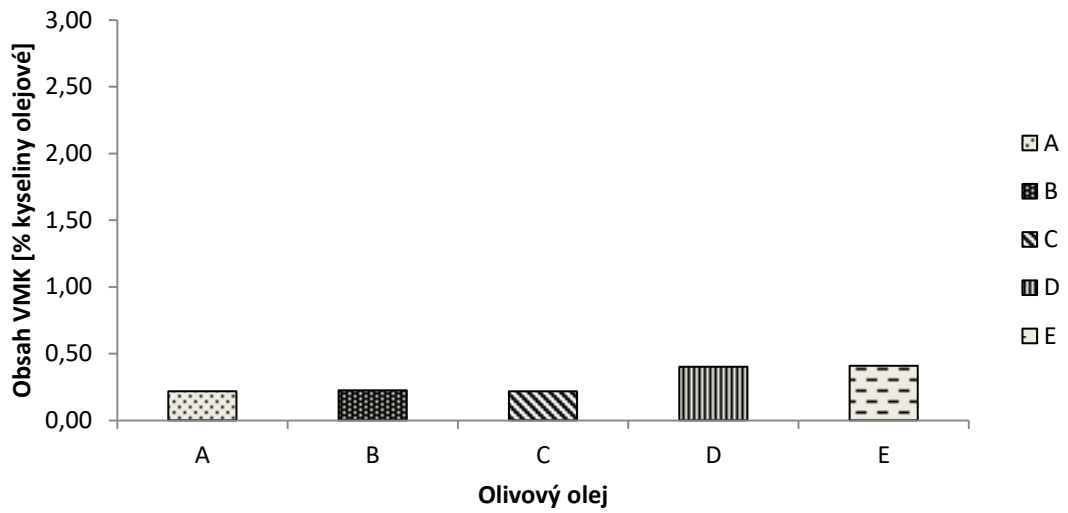
kálová řetězová reakce, která je rozdělena na tři fáze, a to na propagaci, iniciaci a terminaci. V iniciaci dochází k vytvoření volných radikálů nenasycených mastných kyselin za vzniku hydroperoxidů, které jsou primárními produkty oxidace a v druhé fázi, v propagaci dochází k rozkladu hydroperoxidu na vedlejší produkty, které jsou odpovědné za snížení koncentrace tokoferolu (přirozeně se vyskytující antioxidant v olivovém oleji) a za žluklou chuť oleje [68].

8.4 Stanovení volných mastných kyselin

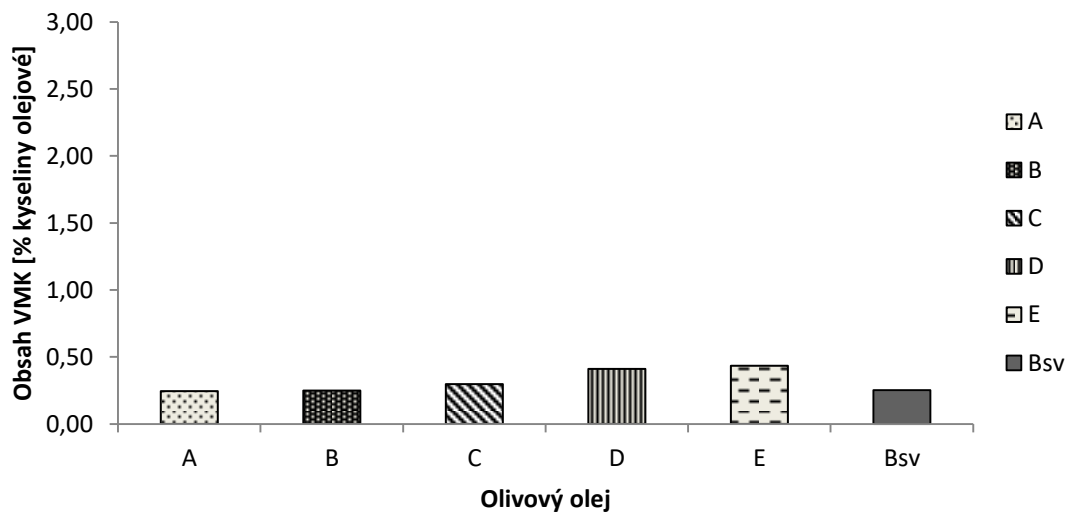
Titrační kyselost udává obsah volných mastných kyselin, které jsou přítomny v oleji. Mastné kyseliny se v oleji nachází ve formě triacylglycerolů, diacylglycerolů a monoacylglycerolů, které se v průběhu mohou rozkládat za uvolňování volných mastných kyselin a tím dochází ke zvýšení kyselosti. Kompozice olivového oleje závisí na obsahu mastných kyselin, které jsou v triacylglycerolu vázány a na jejich pozici v triacylglycerolu. Zvýšení kyselosti může být způsobeno zvýšenou teplotou, vlhkostí a hlavně přítomností enzymů lipáz. Enzym lipáza pochází většinou z kontaminujících mikroorganismů, které jsou přítomny v olivovém oleji. Mezi tyto mikroorganismy patří bakterie, kvasinky a plísňe, z nichž některé mají lipolytický účinek. Pokud je kyselost vysoká, dochází ke žluknutí oleje [63, 68, 69, 70].

Maximální hodnota pro titrační kyselost extra panenského olivového oleje byla stanovena Mezinárodní radou pro olivový olej (IOOC, 2009), Codex Alimentarius (CODEX STAN., 1981) a Evropskou unií (EUC, 1991) na $\leq 0,8$ %. [58,59]

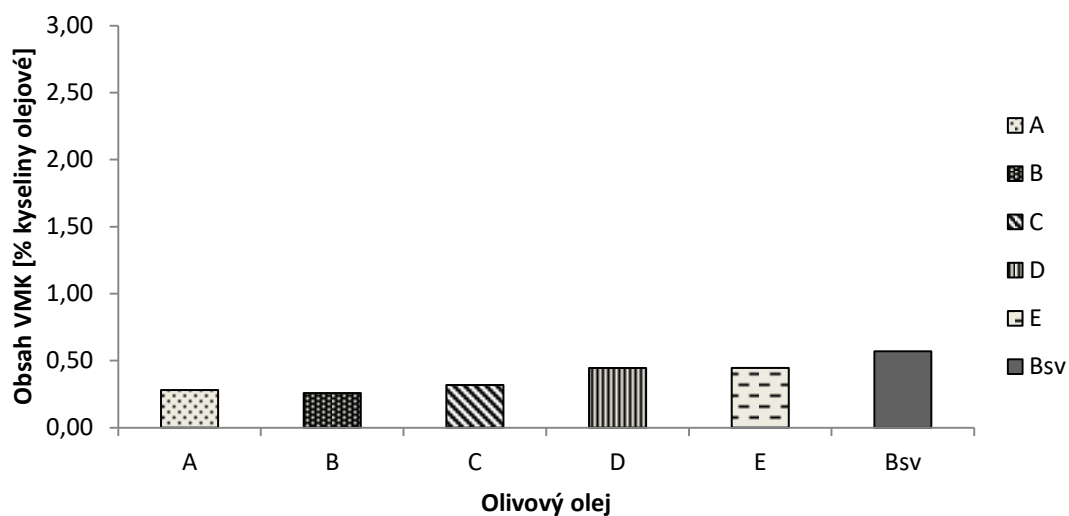
Výsledky experimentu jsou uvedeny v následujících grafech (Obrázek 29 – 35).



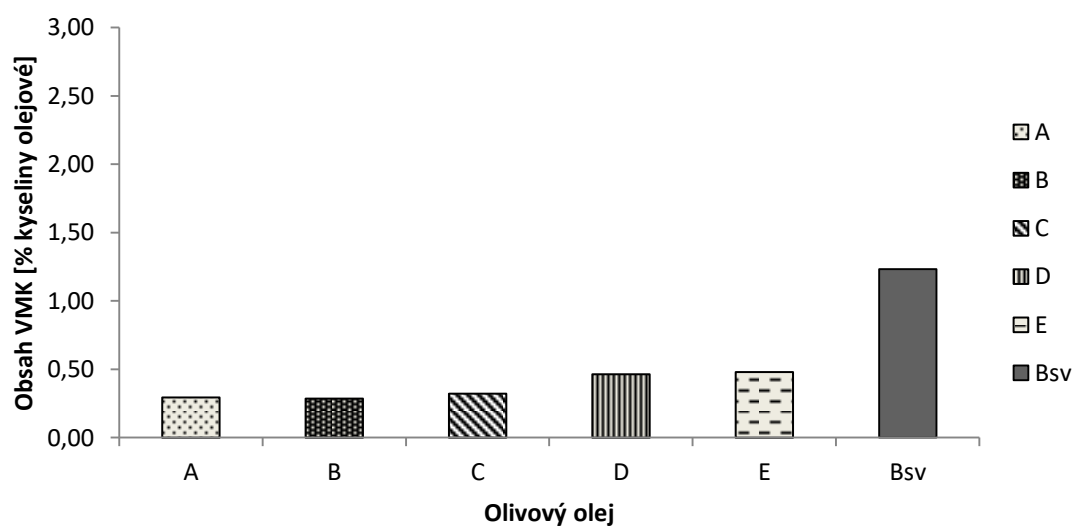
Obrázek 29. Obsah volných mastných kyselin u jednotlivých vzorků olivořých olejů na začátku experimentu



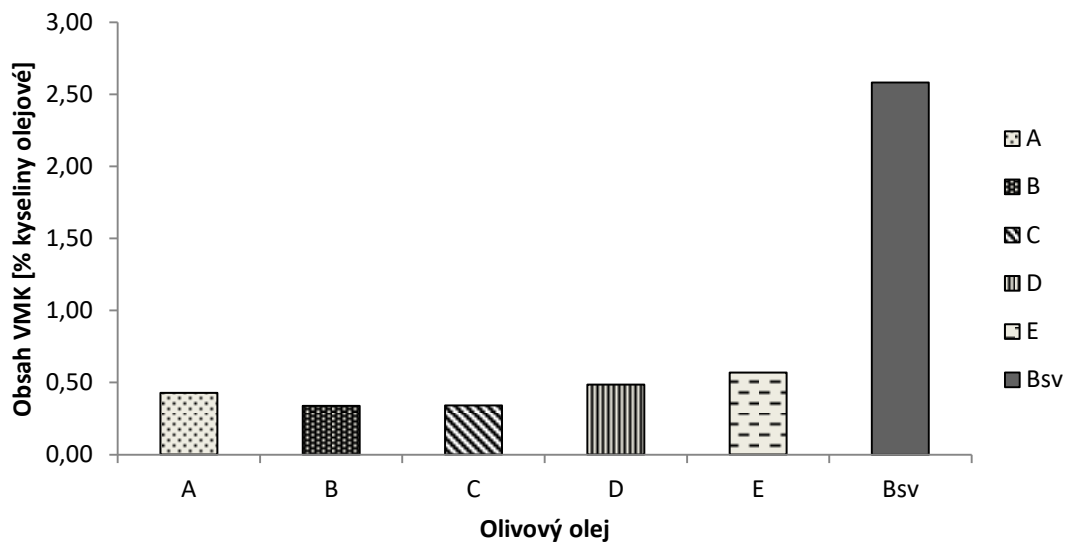
Obrázek 30. Obsah volných mastných kyselin u jednotlivých vzorků olivořých olejů v průběhu prvního měsíce experimentu



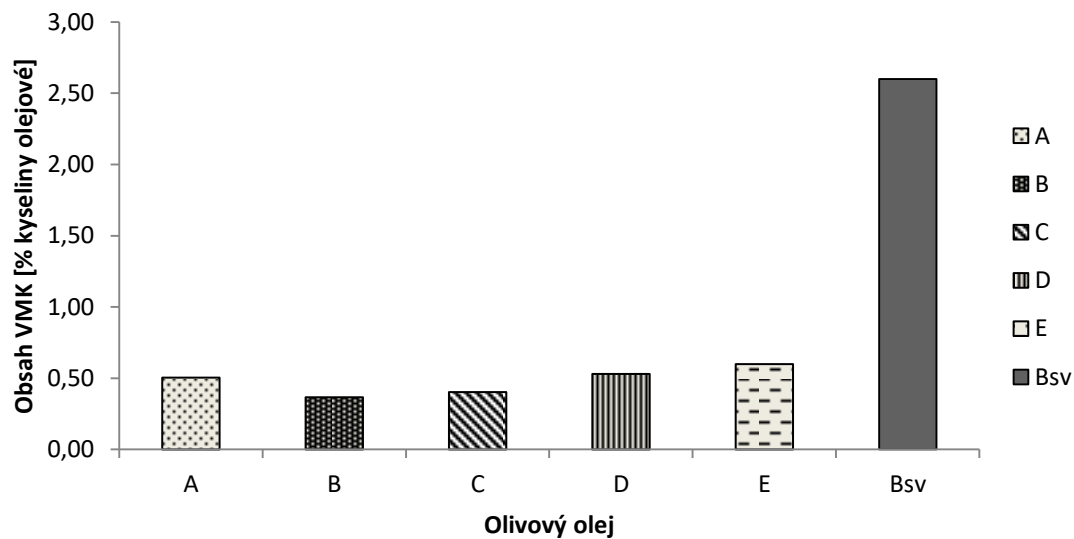
Obrázek 31. Obsah volných mastných kyselin u jednotlivých vzorků olivových olejů v průběhu druhého měsíce experimentu



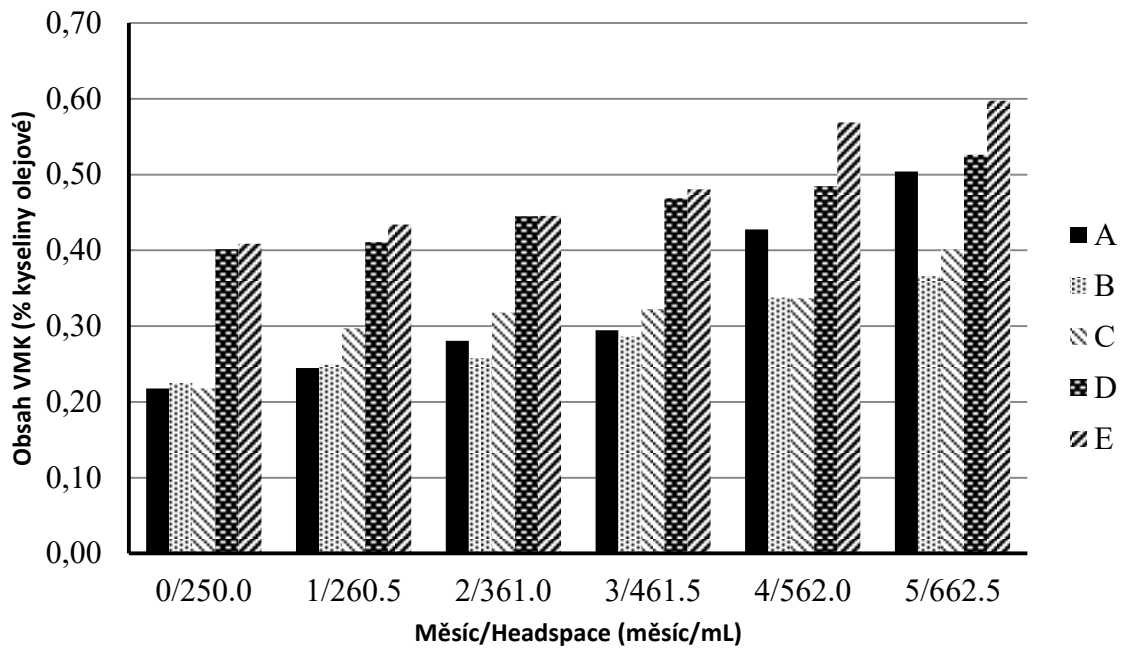
Obrázek 32. Obsah volných mastných kyselin u jednotlivých vzorků olivových olejů v průběhu třetího měsíce experimentu



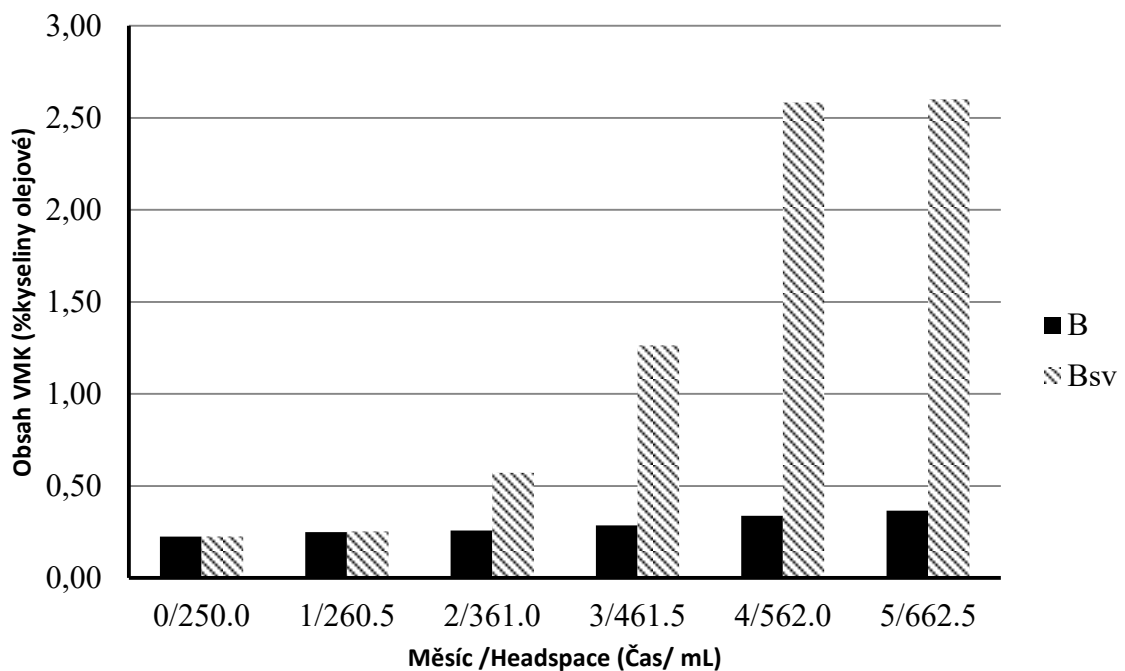
Obrázek 33. Obsah volných mastných kyselin u jednotlivých vzorků olivových olejů v průběhu čtvrtého měsíce experimentu



Obrázek 34. Obsah volných mastných kyselin u jednotlivých vzorků olivových olejů v průběhu pátého experimentu



Obrázek 35. Vývoj hodnoty obsahu volných mastných kyselin pro všechny analyzované vzorky v průběhu pěti měsíců



Obrázek 36. Vývoj hodnoty obsahu volných mastných kyselin pro vzorek B a B_{sv}

Vzorky (A, B, C, D, E), které byly uskladněny v temnu a v originální láhvi splňovaly danou maximální limitní hodnotu pro kyselost i po pěti měsících. U všech těchto vzorků do-

cházel k postupnému navýšení, ovšem nárůst kyselosti (volných mastných kyselin). U vzorku (Bsv.), který byl v průhledné láhvi a byl vystaven slunečnímu záření byl nárůst kyselosti velmi vysoký. Z původní hodnoty, která byla na začátku měření 0,224 % vzrostla kyselost až na hodnotu 2,599 %. Tento velký nárůst kyselosti (obsahu volných mastných kyselin) je především důsledkem hydrolýzy triacylglycerolů působením lipáz, které byly přítomny v olivách nebo v důsledku přítomnosti sekundárních mikroorganismů, které působením enzymů lipáz rozkládaly triacylglyceroly na volné mastné kyseliny [69]. Doba použitelnosti olivových olejů vystavených světelnému záření je kratší než u olejů uchovávaných v temnu [63, 68]. Pristouri a spol. ve své studii uvádí, že vzorky, které byly uskladněny v průhledných obalech vykazují větší sklon k hydrolýze triacylglycerolů, a to díky probíhající fotooxidaci. Hydrolýze může být předcházeno, a to uskladněním olivového oleje v temnu. Tato studie potvrzuje i náš experiment [66].

ZÁVĚR

Tato bakalářská práce byla zaměřena na ověření pravosti extra panenských olivových olejů a na sledování vybraných změn v průběhu skladování. Vzorky olejů byly zakoupeny v běžně dostupných tržních sítích. Pět vzorků bylo skladováno v temnu a jeden vzorek byl vystaven světelnému záření. U všech vzorků bylo prováděno stanovení vlhkosti, spektrofotometrické stanovení, stanovení peroxidového čísla a stanovení volných mastných kyselin po dobu pěti měsíců.

Na základě naměřených výsledků lze říci, že:

- U všech vzorků bylo zjištěno, že se jedná o extra panenské olivové oleje,
- Hodnoty naměřené ihned po otevření splňovaly limity pro extra panenské olivové oleje,
- Vlhkost u čerstvě otevřených vzorků splňovala limitní hodnotu určenou pro extra panenské olivové oleje
- U analyzovaných vzorků nedošlo k falšování v podobě přídavku vody, všechny vzorky splňovaly limitní hodnotu $\leq 0,20$ % (w/w),
- U čerstvě otevřených vzorků hodnoty K_{232} , K_{270} i ΔK splňovaly limitní hodnoty určené pro extra panenské olivové oleje
- U vzorku, který byl vystaven světelnému záření, došlo v průběhu experimentu ke zvýšení hodnoty K_{232} , K_{270} i hodnoty ΔK na nepřijatelnou, pro extra panenské olivové oleje,
- U čerstvě otevřených vzorků hodnota peroxidového čísla splňovala limitní hodnotu určenou pro extra panenské olivové oleje,
- U vzorku, který byl vystaven světelnému záření, došlo v průběhu experimentu k výraznému nárůstu peroxidového čísla na nepřijatelnou, pro extra panenské olivové oleje,
- U čerstvě otevřených vzorků splňoval obsah volných mastných kyselin limitní hodnotu určenou pro extra panenské olivové oleje,
- U vzorku, který byl vystaven světelnému záření, došlo v průběhu experimentu k výraznému nárůstu hodnoty obsahu volných mastných kyselin na nepřijatelnou, pro extra panenské olivové oleje.

Dle zjištěných hodnot lze říci, že obal hraje důležitou roli při skladování extra panenských olivových olejů a zabraňuje změnám, které olej znehodnocují.

SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

- [1] BARTOLINI, Giorgio., Raffaella. PETRUCCELLI a H. D. TINDALL. *Classification, origin, diffusion, and history of the olive*. Rome: Food and Agriculture Organization of the United Nations, 2002. Str. 3,27. ISBN 92-5-104831-2.
- [2] MORALES, A., LEFFELAAR., A. P., TESTIC, L. A., Peter A. Leffelaar ORGAZ, F., VILLALOBOS J. Adynamic model of potential growth of olive (*Olea europea L.*) orchards, *European journal of agronomy*, 2016, s. 93-102
- [3] KAILIS, S., HARRIS, D. Producing table olives, 2007, s. 21 – 42. ISBN 978-0-643092-03-7
- [4] WIESMAN, Z. Desert olive oil cultivation: Advanced biotechnologies, Israel, 2009, s. 3, ISBN 978-0-12-374257-5
- [5] THERIOS, I. Olives. s. 2 – 28, ISBN 13-978-1-84593-458-3
- [6] SIBBET, S. G., FERGUSON, L. Olive production manual, 2005, s. 1 - 39 ISBN-13: 978-1879906143
- [7] Listy olivovníku evropského. [Online] [Cit. 27.2.2016]
Dostupné z WWW: <http://www.esc.nsw.gov.au/living-in/about/our-natural-environment/introduced-plants-and-animals/weeds/weed-profiles/african-olive-olea-europaea-ssp-africana>
- [8] Olivovník [online]. [cit. 2015-11-20]. Dostupné z WWW:
< <http://www.italie-pruvodce.cz/web/info/olivny> >
- [9] KUNTE, Libor a Václav ZELENÝ. *Okrasné rostliny tropů a subtropů*. Praha: Grada, 2009. Str. 8. ISBN 978-80-247-1548-3.
- [10] SERVILI, M., TATICCHI, A., ESPOSTO, S., SORDINI, B., URBANI, S. Technological Aspects of Olive Oil Production, Agricultural and Biological Sciences, 2012, ISBN 978-953-51-0883-2
- [11] RAMÍREZ, E., GANDUL-ROJAS, ROMERO C., BRENES, M., GALLARDO-GUERRERO, L. Composition of pigments and colour changes in green table olive-related to processing type, *Food chemistry*, 2015, s. 115-124
- [12] VOSSSEN, P., Olive oil – history, production, and characteristics of the world's classic oil, *Hort science*, 2007, 109-110

- [13] BIANCHI Giorgio, Lipids and phenols in table olives, *European Journal of Lipid Science and Technology*, 2003, s. 229 - 230
- [14] Olivy [online]. [cit. 2015-11-22]. Dostupné z WWW:
<http://www.medolico.com/?link=inventory.php>
- [15] BOSKOU, Dimitrios. *Olive oil: minor constituents and health*. Boca Raton: CRC Press, c2009. Str. 1. ISBN 978-1-4200-5993-9.
- [16] TESS, M., *Oliveoil*, s. 6, ISBN: 978-0-8048-3919-8
- [17] BOSKOU, Dimitrios. *Olive oil: chemistry and technology*. 2nd ed. Champaign, Ill.: AOCS Press, 2006. Str. 41 – 121. ISBN 978-1-893997-88-2.
- [18] BEN-AYED, R.; KAMOUN-GRATI N.; REBAI A. An overview of the authentication of Olive Tree and Oil, *Food Science and Food Safety*, 2013, s. 218 – 227, ISSN: 1541-4337
- [19] TALBOT, Geoff, *Specialty Oils and Fats in Food and Nutrition*, 2015, s. 5 – 12, ISBN 978-1-78242-376-3
- [20] MANAJ-DJEBALI, H. Chemical profiles of five minor olive oil varieties grown in central Tunisia, *Journal of Food Composition and Analysis*, 27, 2012, s. 109-119
- [21] KADLEC, Pavel, *Technologie potravin*, 2002 s. 88 – 98, ISBN 80 -7080-510-2
- [22] MANAI-DJEBALI, H., KRICHENE, D., OUNI, Y., GALLARDO, L., SANCHEZ, J., OSORIO, R., DAOUD, D., GUIDO, F., ZAROUC, M. Chemical profiles of five minor olive oil varieties grown in central Tunisia, *Journal of food composition and Analysis*, 2012, s. 109-119
- [23] Cholesterol [online]. [cit. 2015-12-10]. Dostupné z WWW:
< <http://www.thetalcyclist.com/2015/12/fat-burning-and-cholesterol-for-cycling/> >
- [24] Kyselina maslinová [online]. [cit. 2015-3-2]. Dostupné z WWW:
< <http://www.medchemexpress.com/maslinic-acid.html> >
- [25] Kyselina oleanolová [online]. [cit. 2015-3-2]. Dostupné z WWW:
<http://www.medchemexpress.com/Oleanolic-Acid.html>
- [26] PERI, Claudio, *The Extra-Virgin Olive Oil Handbook*, Italy 2014, ISBN 978-1-118-46045-0
- [27] EVROPSKÁ UNIE. Nařízení 299/2013/EU O charakteristikách olivového oleje a o příslušných metodách analýzy. [online]. [cit. 2015-3-9] Dostupné z WWW:

- <<http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2013:090:FULL:CS:PDF>>
- [28] VOSSSEN, P.M., *Organicoliveproductionmanual*, 2007, ISBN 978-1-60107-440-9, 19
- [29] GARCIA, R.; MARTINS, N.; CABRITA, J., M., Putative markers of adulteration of extra virgin olive oil with refined olive oil: Prospects and limitations, *Food Research International*, 2013, s. 2039-2044
- [30] APARICIO R.; MORALES T. M.; APARICIO-RUIZ, Authenticity of olive oil.: Mapping and comparing official methods and promising alternatives, *Food Research International*, 2013, s. 2025-2038
- [31] NAŘÍZENÍ KOMISE (EHS) č. 2568/91, O charakteristikách olivového oleje a olivového oleje z pokrutin a o příslušných metodách analýzy.[online]. [cit. 2015-3-31] Dostupné z WWW:
<ec.europa.eu/enlargement/ccvista/cz/31991r2568-cz.doc>
- [32] HARWOOD J., APARICIO R. ,*Hand book of Olive Oil : Analysis and Properties*, 2013, s. 54, ISBN 978-1-4614-7776-1
- [33] FARR, W., E., PROCTOR, A. *Green vegetableoilprocessing*, 1st edition, 2014, s.19 – 21, ISBN 978-0-9888565-3-0
- [34] Historický lis na olivový olej, [online]. [cit. 2015-3-10]. Dostupné z WWW:
<<http://www.chabadjapan.org/chanuka-celebration-chabad-japan-thirteenth-anniversary/>>
- [35] Lisovací zařízení – diskontinuální metoda, [online]. [cit. 2015-3-10]. Dostupné z WWW:
<<http://webs.ono.com/soledadruiz/IndustriaOleicola.html>>
- [36] DALIA, I., SÁNCHEZ – MACHADO, LOPEZ-CERVANTES, J. Effect of the refining process on Moringa oleifera seed oil quality, *Food chemistry*, 2015, s. 53-57
- [37] ERICKSON, D., R., *Edible fats and oil processing: Basic principles and modern practices*, 1990, s. 94 – 107, ISBN 0-935315-30-6
- [38] Dodatek č. 4 k Příručce Společenství ke správné praxi výroby bezpečných krmiv: Odvětvový referenční dokument FEDIOL, [online]. [cit. 2015-3-10]. Dostupné z WWW:
<www.bezpecnostpotravin.cz>

- [39] GURDENIZ, G., OZEN. B. Detection of adulteration of extra-virgin olive oil by chemometric analysis of mid-infrared spectral data, *Food chemistry*, 2009, s. 519-525
- [40] MICHAEL DE LUCA, Chemometric analysis for discrimination of extra virgin olive oils from whole and stoned olive pastes, *Food chemistry*, 2016, s. 432 - 437
- [41] NAŘÍZENÍ KOMISE (EHS) č. 2568/91, O charakteristikách olivového oleje a olivového oleje z pokrutin a o příslušných metodách analýzy. [online]. [cit. 2015-4-2] Dostupné z WWW:
<<http://eur-lex.europa.eu/eli/reg/1991/2568/2008-10-01/ces/pdf>>
- [42] PATIL, K., U., MUSKAN, K., *Essential of Biotechnology*, 2009, s. 303, ISBN 987-93-80026-52-7
- [43] [online]. [cit. 2015-4-4] Dostupné z WWW:
<http://www.ffa.unilj.si/fileadmin/datoteke/Knjiznica/magistrske/2014/Hohler_Petra_mag_nal_2014.pdf>
- [44] [online]. [cit. 2015-4-4] Dostupné z WWW:
<<http://eurlex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2013:090:0052:0070:CS:PDF>>
- [45] Spektrofotometrie, [online]. [cit. 2015-4-4] Dostupné z WWW:
<<http://www.azom.com/article.aspx?ArticleID=11411>>
- [46] JABEUR, H., ZBIRIL, A., BOUAZIZ, M., Extra-Virgin Olive Oil and Cheap Vegetable Oils: Distinction and Detection of Adulteration as Determined by GC and Chemometrics, *Food Anal. Methods*, 2016, s. 712–723
- [47] Spektrofotometrie, [online]. [cit. 2015-4-6] Dostupné z WWW:
<<http://old.vscht.cz/lms/Zverze/Infrared.htm>>
- [48] UNCU, O., OZEN, B. Prediction of variol chemic parameters of olive oils with fourier transform infrared spectroscopy, *Food science and technology*, 2015, s. 978-984
- [49] HIRRI, A., BASSBASI, M., PLATIKANOV, S. FTIR Spectroscopy and PLS-DA Classification and Prediction of Four Commercial Grade Virgin Olive Oils from Morocco, *Food Anal. Methods* (2016) 974–981
- [50] TUFAL, S., SHEREAZI, H. Analysis of edible oils and fats by nuclear magnetic resonance (NMR) spectroscopy, *Applications of NMR Spectroscopy*, 2015, s. 57

- [51] CHRISTOPHOURIDOU, S., DAIS, P. Detection and quantification of phenolic compounds in olive oil by high resolution nuclear magnetic resonance spectroscopy, *AnalyticaChimicaActa*, 2009, s. 283-292
- [52] CSERHATI, T., FORGACS, E. Chromatography in food science and technology, USA,1999, s. 1-94, ISBN 1-56676-749-0
- [53] HÁLKOVÁ, J., RUMÍŠKOVÁ, M., RIEGLOVÁ J., Analýza potravin, 2001, 66-68 ISBN 80-86494-02-0
- [54] HÁLKOVÁ, J., RUMÍŠKOVÁ, M., RIEGLOVÁ, J., Analýza potravin, 2001, 23, ISBN 80-86494-03-9
- [55] Spektrofotometrie, [online]. [cit. 2015-4-12] Dostupné z WWW:
<www.liceorodolico.it/articoli/usa09/english-oil.pdf>
- [56] PIZARRO, C., ESTEBAN-DIEZ, I., RODRIGUEZ-TECEDOR, S., GONZÁLEZ-SAIZ,M., Determination of the peroxide value in extra virgin olive oils through the application on the stepwise orthogonalisation of predictors to mid-infrared spectra, *Food control*, 2013, s. 158-167
- [57] QU, S., DU, S., ZHANG, Y. Direct detection of free fatty acids in edible oils using supercritical fluid chromatography coupled with mass spektrometry, *Food chemistry*, 2015, s. 463-469
- [58] CODEX ALIMENTARIUM COMMISSION, [online]. [cit. 2015-4-13] Dostupné z WWW:
<ftp://ftp.fao.org/codex/Meetings/CCPFV/ccpfv22/pf22_10e.pdf>
- [59] INTERNATIONAL OLIVE COUNCIL, [online]. [cit. 2015-4-13], Dostupné z WWW:
<<http://www.internationaloliveoil.org/>>
- [60] VAN DER VOORT, F. R., TAVASSOLI-KAFRANI. M. H.,CURTIS, J. M., Stechiometric determinativ ofmoistrure in edibleoils by Mid-FTIR spectroscopy, *AnalyticaChemica Acta*, 2016, s. 1 - 7
- [61] INTERNATIONAL OLIVE COUNCIL AND CALIFORNIA TRADE STANDARDS FOR OLIVE OIL.[online]. [cit. 2015-4-13], Dostupné z WWW:
<<http://cesonoma.ucanr.edu/files/27262.pdf>>

- [62] BAKHOUCHE, A., LOZANO-SANCHEZ, J., BALLUS, A. C., MARTINEZ-GARCIA, M., VELASCO GONZALEZ, M., GOVANTES, O. A., GALLINATOSCH, T., FERNÁNDEZ-GUTIERREZ, A. Monitoring the moisture reduction and status of bioactive compounds in extra-virgin olive oil over the industrial filtration process, *Food control*, 2014, s. 292-299
- [63] DAWODU, O. M., GODWIN, O., OBIMAKINDE, O. Effect of Temperature on the Chemical Characteristics of Vegetable Oils Consumed in Ibadan, Nigeria, *Pakistan Journal of Nutrition*, 2015, ISSN 1680-5194
- [64] KANAVOURAS, A., COUTELIERIS, F. A., Shelf-life predictions for packaged olive oil based on simulations, *Food chemistry*, 2006, s. 48- 55
- [65] JABERU, H., ZRIBI, A., ABDELHEDI, R., BOUAZIZ, M. Effect of olive storage conditions on Chemlali olive oil quality and the effective role of fatty acids alkyl esters in checking olive oils authenticity, *Food chemistry*, 2015, s. 289 – 296
- [66] PRISTOURI, G., BADEKA, A., KONTOMINAS, M. G. Effect of packaging material headspace, oxygen and light transmission, temperature and storage time on quality characteristics of extra virgin olive oil, *Food control*, 2010, 412 – 418
- [67] YAND, Y., LI, O., YU, Y. A novel method for determining peroxide value of edible oils using electrical conductivity, *Food control*, 2014, s. 198 – 203
- [68] PISCOPO, A., POIANA, M. Packaging and Storage of Olive Oil, Dipartimento di Biotecnologie per il Monitoraggio e Organizzazione
- [69] FREGA, N., MOZZON, M., LERCKER, G., Effect of free fatty acids on oxidative stability of Vegetable oil, *Journal of the American oil chemistry society*, 1999, s. 325 - 329
- [70] TAY, A., SINGH, R., KRISHNAN, S. S., GORE, P. J., Authentication of Olive Oil Adulterated with Vegetable Oils Using Fourier Transform Infrared Spectroscopy, *LWT – Food, science and technology*, 2002, s. 99-103, ISSN 0023-6438

SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK

K	Extinkční koeficient
FTIR	Infračervená spektroskopie s Fourierovou transformací
NMR	Nukleární magnetická resonance
TLC	Chromatografie na tenké vrstvě
HPLC	Vysoko účinná kapalinová chromatografie
ΔK	Delta K
PV	Peroxidové číslo
TGA	Triacylglycerol
IOC	International Olive council

SEZNAM OBRÁZKŮ

Obrázek 1: Listy olivovníku evropského [7]	14
Obrázek 2: <i>Olea europaea</i> (Olivovník evropský) [8]	15
Obrázek 3: Olivy v různém stádiu zralosti [14]	17
Obrázek 4: Cholesterol [23]	23
Obrázek 5: Kyselina maslinové [24]	24
Obrázek 6: Kyselina elanolová [25]	24
Obrázek 7: Historický lis na olivový olej [34]	27
Obrázek 8: Lisovací zařízení – diskontinuální metoda [32]	29
Obrázek 9: Stavba spektrofotometru [43]	34
Obrázek 10: Vznik hydroperoxidu [55]	41
Obrázek 11: Vazba uhlík – kyslík pomocí konjugované dvojné vazby	42
Obrázek 12: Vlhkost v jednotlivých vzorcích ihned po otevření	45
Obrázek 13: Vývoj hodnoty ΔK u vzorku skladovaného na světle v průběhu pěti měsíčního experimentu	46
Obrázek 14: Vývoj hodnoty ΔK u vzorků v průběhu šesti měsíčního skladování v temnu..	47
Obrázek 15: Vývoj hodnoty K_{232} a K_{270} pro vzorek A v průběhu pěti měsíčního skladování	48
Obrázek 16: Vývoj hodnoty K_{232} a K_{270} pro vzorek B v průběhu pěti měsíčního skladování	48
Obrázek 17: Vývoj hodnoty K_{232} a K_{270} pro vzorek C v průběhu pěti měsíčního skladování	49
Obrázek 18: Vývoj hodnoty K_{232} a K_{270} pro vzorek D v průběhu pěti měsíčního skladování	49
Obrázek 19: Vývoj hodnoty K_{232} a K_{270} pro vzorek E v průběhu pěti měsíčního skladování	50

<i>Obrázek 20: Vývoj hodnoty K232 a K270 pro vzorek Bsv v průběhu pěti měsíčního skladování</i>	50
<i>Obrázek 21: Peroxidové číslo jednotlivých vzorků olivových olejů na začátku experimentu</i>	52
<i>Obrázek 22: Peroxidové číslo jednotlivých vzorků olivových olejů v prvním měsíci skladování</i>	53
<i>Obrázek 23: Peroxidové číslo jednotlivých vzorků olivových olejů ve druhém měsíci skladování</i>	53
<i>Obrázek 24: Peroxidové číslo jednotlivých vzorků olivových olejů ve třetím měsíci skladování</i>	54
<i>Obrázek 25: Peroxidové číslo jednotlivých vzorků olivových olejů čtvrtém měsíci skladování</i>	54
<i>Obrázek 26: Peroxidové číslo jednotlivých vzorků olivových olejů v pátém měsíci skladování</i>	55
<i>Obrázek 27: Vývoj hodnoty peroxidového čísla pro všechny analyzované vzorky v průběhu pěti měsíců</i>	55
<i>Obrázek 28: Vývoj hodnoty peroxidového čísla po dobu pěti měsíců u vzorku, který byl a který nebyl vystaven světelnému záření</i>	56
<i>Obrázek 29: Obsah volných mastných kyselin u jednotlivých vzorků olivových olejů na začátku experimentu</i>	58
<i>Obrázek 30: Obsah volných mastných kyselin u jednotlivých vzorků olivových olejů v průběhu prvního měsíce experimentu</i>	58
<i>Obrázek 31: Obsah volných mastných kyselin u jednotlivých vzorků olivových olejů v průběhu druhého měsíce experimentu</i>	59
<i>Obrázek 21: Obsah volných mastných kyselin u jednotlivých vzorků olivových olejů v průběhu třetího měsíce experimentu</i>	59
<i>Obrázek 33: Obsah volných mastných kyselin u jednotlivých vzorků olivových olejů v průběhu čtvrtého měsíce experimentu</i>	60

Obrázek 34: Obsah volných mastných kyselin u jednotlivých vzorků olivových olejů v průběhu pátého měsíce experimentu.....60

Obrázek 35: Vývoj hodnoty obsahu volných mastných kyselin pro všechny analyzované vzorky v průběhu pěti měsíců.....61

SEZNAM TABULEK

<i>Tabulka 1: Přibližné chemické složení plodu [5]</i>	<i>19</i>
<i>Tabulka 2: Vybrané limity pro extra panenské olivové oleje [41]</i>	<i>33</i>