

Změny koncentrace mastných kyselin u olivových olejů v průběhu skladování

Bc. Veronika Přikrylová

Diplomová práce
2018



Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně
Fakulta technologická

Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně
Fakulta technologická
Ústav technologie potravin
akademický rok: 2017/2018

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Bc. Veronika Přikrylová**
Osobní číslo: **T16607**
Studijní program: **N2901 Chemie a technologie potravin**
Studijní obor: **Technologie potravin**
Forma studia: **kombinovaná**

Téma práce: **Změny koncentrace mastných kyselin u olivových olejů
v průběhu skladování**

Zásady pro vypracování:

I. Teoretická část

1. Zpracování literární rešerše k danému tématu.
2. Stanovení cílů, materiálu a metodického postupu.

II. Praktická část

1. Realizace chemických analýz mastných kyselin.
2. Vyhodnocení získaných výsledků statistickými metodami.
3. Vypracování závěrů a doporučení.

Rozsah diplomové práce:

Rozsah příloh:

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

Seznam odborné literatury:

[1] HARWOOD, John, APARICIO, Ramón. Handbook of olive oil: analysis and properties. Springer science, 2000. ISBN 978- 1-4419-5194-6.

[2] JVELÍŠEK, Jan. Chemie potravin. Vyd. 1. Tábor: OSSIS, 1999, 3 sv. ISBN 80-902391-4-5.

[3] O'BRIEN, Richard D. Fats and oils: formulating and processing for applications. 2nd ed. Boca Raton, Fla.: CRC Press, 2004, 592 p. ISBN 0-8493-1599-9.

Vedoucí diplomové práce: **prof. Ing. Stanislav Kráčmar, DrSc.**
Ústav technologie potravin

Datum zadání diplomové práce: **2. února 2018**

Termín odevzdání diplomové práce: **25. dubna 2018**

Ve Zlíně dne 2. února 2018



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



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

Příjmení a jméno: PŘIKRYLOVÁ' VERONIKA

Obor: TECHNOLOGIE
POŽRAVIN

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 obhajoby¹⁾;
- 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. 3²⁾;
- beru na vědomí, že podle § 60³⁾ 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 § 60³⁾ odst. 2 a 3 mohu užít 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, považují 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 13.4.2022


.....

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 nevybíječně 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 nezasažuje 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 díla:

(1) Škola nebo školské či vzdělávací zařízení mají za obvyklých podmínek právo na uzavření licenční smlouvy a užití školního díla (§ 35 odst. 3). Odpírá-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 přiměřeně k výši výdělku dosaženého školou nebo školským či vzdělávacím zařízením z užití školního díla podle odstavce 1.

ABSTRAKT

Diplomová práce řeší problematiku změny koncentrace mastných kyselin, peroxidového čísla a čísla kyselosti. Změny v průběhu skladování byly sledovány u Luccese Olio extra vergine d'oliva, Blanqueta extra panenský olivový olej, Agrocreta extra panenský olivový olej a archivní olivový olej. Peroxidové číslo činilo ve stejném pořadí olejů na začátku skladování 1,49; 1,36; 4,07 a 0,40; na konci 1,58; 1,51; 4,97 a 1,12 meq O₂/kg. Procentuální vzestup kyselosti (mg KOH/g) ve stejném pořadí byl o 14; 40; 96 a 62 %.

Nejvyšších hodnot v olivových olejích dosahovala kyselina olejová rozpětí (72,45-76,17 %), kyselina palmitová (10,65-12,52 %), kyselina linolová (7,15-9,53 %) a kyselina stearová (2,57-2,94 %). Obsah mastných kyselin odpovídá vyhlášce Ministerstva zemědělství. Výsledky ukazují, že vlivem skladování došlo k nárůstu kyseliny olejové a stearové, naopak došlo k poklesu u kyseliny linolové a palmitové.

Klíčová slova: extra olivové oleje; skladování; peroxidové číslo; číslo kyselosti; mastné kyseliny, kyselina olejová, kyselina palmitová, kyselina linolová, kyselina stearová.

ABSTRACT

The diploma thesis solves with the issue of change of fatty acid concentration, peroxide value and acid number. Changes during storage were observed with Lucces Olio extra vergine d'olivia, Blanqueta extra virgin olive oil, Agrocetra extra virgin olive oil and archive olive oil. The peroxide value was 1.49 in the same order of the oil at the beginning of storage; 1.36; 4.07 and 0.40; at the end of 1.58; 1.51; 4.97 and 1.12 meq O₂/kg. The percentage increase in acidity (mg KOH/g) in the same order was 14; 40; 96 and 62 %. The highest values in olive oils were oleic acid (72,45-76,17 %), palmitic acid (10,65-12,52 %), linoleic acid (7,15-9,53 %) and stearic acid (2,57-2,94 %). The fatty acid content is in line with the Ministry of Agriculture Decree. The results show that oleic acid and stearic acid increased due to storage, on the other hand there was a decrease in linoleic acid and palmitic acid.

Keywords: extra olive oil, storage, peroxide value, acid value, fatty acids, oleic acid, palmitic acid, linoleic acid, stearic acid.

Ráda bych poděkovala prof. Ing. Stanislavu Kráčmarovi, DrSc., který mou práci vedl, za odborné vedení, cenné připomínky a rady, ochotu, čas, trpělivost a pomoc při řešení nejasností spojené s obsahem mé práce.

Prohlašuji, že odevzdaná verze bakalářské/diplomové práce a verze elektronická nahraná do IS/STAG jsou totožné.

OBSAH

ÚVOD	10
I TEORETICKÁ ČÁST	12
1 OBECNÁ CHARAKTERISTIKA OLIVOVÉHO OLEJE	13
1.1 HISTORIE OLIVOVÉHO OLEJE	14
1.2 OLIVOVNÍK EVROPSKÝ A JEHO VYUŽITÍ	14
1.2.1 Vlastnosti a podmínky růstu olivovníku	15
1.2.2 Využití plodů oliv a olivového oleje	17
1.2.2.1 Vliv olivového oleje na zdraví	17
1.2.2.2 Využití v kosmetice	17
1.2.2.3 Potravinářské využití	18
1.2.2.4 Náboženské využití	18
2 KVALITA A VLASTNOSTI OLIVOVÉHO OLEJE.....	20
2.1 POZITIVNÍ ZNAKY	20
2.2 NEGATIVNÍ ZNAKY	20
2.3 VOSKY	20
2.4 KYSELOST.....	21
2.5 PEROXIDY	21
2.6 LIPÁZY	22
2.7 DOBA TRVANLIVOSTI	22
2.8 STABILITA PŘI VYSOKÝCH TEPLOTÁCH.....	22
3 CHEMICKÉ SLOŽENÍ.....	23
3.1 ZMÝDELNITELNÉ FRAKCE	23
3.1.1 Mastné kyseliny.....	23
3.1.1.1 Nasycené mastné kyseliny	24
3.1.1.2 Mononenasycené mastné kyseliny	24
3.1.1.3 Polynenasycené mastné kyseliny	25
3.2 MONOGLYCERIDY A DIGLYCERIDY.....	25
3.3 NEZMÝDELNITELNÉ FRAKCE.....	26
3.3.1 Fenolické látky	26
3.3.2 Steroly	27
3.3.3 Skvaleny.....	27
3.3.4 Vitamin E	28
3.3.5 Vitamin A a D	28
4 TECHNOLOGIE ZPRACOVÁNÍ	29
4.1 SKLIZEŇ OLIV.....	29
4.2 ČIŠTĚNÍ.....	30
4.3 DRCENÍ A LISOVÁNÍ.....	30
4.4 FILTRACE.....	31
4.5 BALENÍ	31
5 ROZDĚLENÍ OLIVOVÉHO OLEJE.....	32

5.1	EXTRA PANENSKÁ OLEJ	32
5.2	PANENSKÝ OLIVOVÝ OLEJ.....	32
5.3	OLIVOVÝ OLEJ	32
5.3.1	Rafinovaný olivový olej.....	33
5.4	OLEJ Z POKRUTIN	33
6	SKLADOVÁNÍ OLIVOVÉHO OLEJE	34
6.1	PODMÍNKY SKLADOVÁNÍ	34
6.2	ZMĚNY BĚHEM SKLADOVÁNÍ	35
6.2.1	Oxidační změny.....	35
II	PRAKTICKÁ ČÁST	37
7	CÍL PRÁCE.....	38
8	MATERIÁL A METODIKA.....	39
8.1	POUŽITÍ PŘÍSTROJE, POMŮCKY A CHEMIKÁLIE.....	39
8.1.1	Přístroje a pomůcky	39
8.1.2	Chemikálie	39
8.1.3	Charakteristika vzorků.....	40
8.2	PRINCIP A PRACOVNÍ POSTUP ANALÝZ	41
8.2.1	Stanovení peroxidového čísla.....	41
8.2.2	Stanovení čísla kyselosti	42
	Příprava odměrného roztoku 0,1 M KOH.....	43
8.2.3	Kvantitativní stanovení mastných kyseliny	44
9	VÝSLEDKY A DISKUZE	48
9.1	STANOVENÍ ZMĚN PEROXIDOVÉHO ČÍSLA	48
9.2	STANOVENÍ ZMĚN ČÍSLA KYSELOSTI.....	51
9.3	KVANTITATIVNÍ ZASTOUPENÍ MASTNÝCH KYSELIN	55
	ZÁVĚR	64
	SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY	66
	SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK.....	72
	SEZNAM OBRÁZKŮ	73
	SEZNAM TABULEK	74
	SEZNAM GRAFŮ.....	75

ÚVOD

„Kromě vinné révy neexistuje další rostlina, která by nesla tak důležité plody jako olivovník“

Pilnius

Olivový olej je jedním z nejstarších známých rostlinných olejů. Má jedinečný charakter, chuť a vůni, neboť se získává z plodů pouze mechanickými bez použití hrubého zacházení nebo jinými fyzikálními metodami. Olivový olej byl vždy neoddelitelným prvkem lidové medicíny. Již Hippocrates - otec lékařství, doporučoval využívat olivový olej.

Olej má pozitivní vlastnosti na zdraví. Má vysokou antioxidační aktivitu a podílí se na zlepšení krve a lipidového profilu, tím že snižuje špatný LDL cholesterol. Zároveň může pozitivně působit na výšku úrovně HDL cholesterolu.

Olivové oleje se běžně používají ve studené kuchyni jako součást dresinků a zálivek k přípravě různých salátů, rovněž se využívají k úpravách pokrmů smažením. Olivový olej má vysokou teplotu varu, tudíž se nepřepaluje. Jeho kouřový bod je mezi 180 - 220 °C, může dosáhnout až 280 °C bez přepálení a to díky své nízké kyselosti, přesto by se však nikdy neměl zahřívat až na jeho bod varu.

Olivový olej se skládá hlavně z triacylglycerolů (triglyceridů nebo tuků) a obsahuje malé množství volných mastných kyselin (FFA), glycerol, fosfatidy, pigmenty, chuťové látky, steroly, fenolické látky a mikroskopické kousky oliv. Nejdůležitější komponenty v olivovém oleji jsou mastné kyseliny. Z hlediska výživy jsou nejvýznamnější složkou lipidů. Obsah mastných kyselin se liší vzorek od vzorku. To je ovlivněno odrůdou oliv, místem pěstování, klimatem a stadiem zralosti oliv při jejich skladování. Také fenolické sloučeniny jsou důležitým prvkem olivového oleje, přispívají k výživovým, biologickým a sensorickým vlastnostem a trvanlivosti olivového oleje, protože zlepšují odolnost vůči autooxidaci.

Skladování je velmi důležitý krok v technologii výroby potravin, včetně olivového oleje. Skladovatelnost olivového oleje může být ovlivněna různými faktory např. technologickým zpracováním kvalitních surovin, výběrem správných skladovacích podmínek a typem obalu.

Jak olivový olej stárne, postupně se kazí, vytváří se větší množství kyseliny olejové, úroveň kyselosti stoupá a chuť se oslabuje. Extra panenské oleje vydrží déle, protože mají nízkou hladinu kyselosti již na počátku. Kyslík zvyšuje podíl volných mastných kyselin. Zvýšená teplota (více než 25 °C) má negativní vliv na sensorické vlastnosti oleje a spolu se světlem

urychluje jeho žluknutí. Vystavení světlu přispívá dále ke snížení hladiny prospěšných anti-oxidantů. V uzavřené nádobě a při pokojové teplotě, na stinném místě vydrží olivový olej přibližně dva roky. Otevřenou láhev je třeba spotřebovat rychle, protože obsah vlastnosti si udrží přibližně po dobu jednoho roku a potom začne žluknout.

Cílem diplomové práce bylo porovnat jednotlivé olivové oleje a stanovit jaké změny nastanou během skladování.

I. TEORETICKÁ ČÁST

1 OBECNÁ CHARAKTERISTIKA OLIVOVÉHO OLEJE

Olivový olej je jedním z nejstarších známých rostlinných olejů. Má jedinečný charakter a chuť a vůni, neboť se získává z plodů pouze mechanickými bez použití hrubého zacházení nebo jinými fyzikálními metodami. Rovněž je ceněný pro vysokou nutriční hodnotu. Tento olej je jedním z důležitých součástí středomořské stravy, díky ochraně proti kardiovaskulárním chorobám a rakovině, také díky svému profilu mastných kyselin a přítomnost menších množství fenolických složek. Velký nárůst poptávky po vysoce kvalitním extra panenském olivovém oleji v posledních letech lze přičíst nejen jeho potenciálním zdravotním výhodám, ale také jeho zvláštním organoleptickým vlastnostem. Průmysl olivového oleje neustále roste, ročně se asi ze 750 milionů olivovníků vyrobí zhruba 2 950 000 tun [1, 27, 38].

Spotřeba olivového oleje na obyvatele v ČR spolu s ostatními východoevropskými zeměmi je velmi nízká (0,6 kg na obyvatele za rok). Tento jev pravděpodobně souvisí s vysokou cenou a chudými stravovacími zvyklostmi tohoto regionu [40].

Těžké a časově náročné činnosti spojené s pěstováním olivovníků, sběrem ovoce a extrakcí jsou hlavními faktory, které způsobují zvýšení ceny olivového oleje. Cena může být 6-7 x vyšší než cena jiných jedlých rostlinných olejů. V důsledku toho, patří k jedné z nejdražších a nejvíce padělávaných výrobků v historii. Zatímco výroba a spotřeba olivového oleje zůstává koncentrována v rámci Středomořského regionu, globální vývoz olivového oleje neustále roste. Z výše uvedených důvodů dochází k monitorování falšování olivových olejů s nižšími kvalitními / cenovými olivovými oleji a / nebo oleji různého botanického původu [12, 40].

Zdroj [12] například uvádí, že v roce 1981, více než 600 lidí zemřelo, protože kontaminovaný olivový olej obsahoval řepkový olej a anilin. Výzkumníci z University v Kalifornii zveřejnili výsledky dnes již slavné studie roku 2010, která ukázala, že více než dvě třetiny extra panenského oleje prodávané v Kalifornii (a pravděpodobně po celých Spojených státech), není ani extra panenských navíc v některých případech neobsahovali ani olivový olej. V současné době vyžaduje extra panenský olivový olej z hlediska bezpečnosti testování na jeho pravost a čistotu.

1.1 Historie olivového oleje

Starí Řekové tvrdili, že bohyně Athéna stvořila olivovník. Král David najal strážce k ochraně olivových hájů a skladišť v Izraeli. Starověké národy používaly olivový olej nejen pro spotřebu a vaření, ale také jako parfémy, mýdlo, pomazání mrtvých. Ve starověkém Řecku používali sportovci olivový olej rituálně pro natírání celého těla. Byl pramenem velkého bohatství a moci. Olivový olej se používal k výrobě léků a kosmetiky: Hippokrates olej nazýval "velkým léčitelem" a Homér "tekutým zlatem", Galén ho využíval díky jeho pozitivním účinkům na zdraví [2].

Olivovník pochází z doby cca dvanáct tisíc let před naším letopočtem ze Středomoří, ale přesné místo původu bohužel již není známo. Není pochyb, že hlavní zásluhu na rozšíření oliv a olivového oleje mají Řekové. V období let 5 000 až 1 400 př. n. l. se pěstování oliv rozšířilo z řeckých ostrovů na Kypr, do Egypta, Sýrie, Izraele, Palestiny a jižního Turecka. Přibližně od roku 1500 př. n. l. byly řecké ostrovy světově největšími pestiteli olivovníků a to jen dokazuje obrovské množství olivových hájů po celém jejich území [3].

Slovo oliva pochází z Minojské kultury, kde byl používán tvar elaiwa (oliva), který byl transformován v klasické řečtině do slova elaia (oliva) a elaion (olivový olej). Řekové dále svou znalost předali do latiny, kde olea znamenala oliva a oleum olivový olej [3, 4].

Zdroj [3] uvádí, že olivovníky byly pokládány za posvátné a dle zákonů, které byly ustanoveny athénským básníkem a zákonodárcem Solónem, kdo zničil olivový strom, byl vyšetřován soudem a v případě prokázání viny byl i popraven.

Při Olympijských hrách sloužily koruny zhotovené z olivových větvíček k dekorování vítězů a jako nejvyšší pocta a vyznamenání. V průběhu Panathénské slavnosti byl olej ze svatých olivovníků považován za jednu z nejhodnotnějších cen, jaké bylo možno získat [3].

1.2 Olivovník evropský a jeho využití

Olivovník evropský (*Olea europaea*) řadíme do čeledi vyšších dvouděložných rostlin olivovníkové (Oleaceae) řádu hluchavkotvarné (*Lamiales*). Jsou to dřeviny se vstřícnými jednoduchými nebo složenými listy a čtyřčetnými květy. Čeleď je rozšířena téměř po celém světě. V české květeně je zastoupena rody jasan a ptačí zob. Některé druhy jsou hojně pěstovány jako okrasné dřeviny, v podmínkách ČR zejména zlatice, šeříky a ptačí zoby. Patří sem i některé staré kulturní rostliny, např. olivovník a jasmín [4, 5].

1.2.1 Vlastnosti a podmínky růstu olivovníku

Olivovník je stálezelený strom nebo keř se sukovitým zakřiveným a většinou zkrouceným kmenem s nepříliš výraznou tenkou korunou. Málokdy přesahuje výšku 8-15 m. Roste nejlépe ve středomořském podnebí. Jeho růst je typický pro Španělsko, Itálii, Řecko a další země Středomoří. Olivy jsou pěstovány také mimo Středomoří v oblastech s odpovídajícím klimatem (například v Kalifornii, Argentině na ostrově Mauricius či Reunion) [6].

Oproti jiným ovocným stromům dosahuje olivovník vysokého stáří, nejsou vzácností stromy staré 200 – 300 roků. V typicky příznivých oblastech (Řecko, Itálie, Izrael) se ojediněle dožívají i 1000 let [16, 37].

Plodem olivovníku je peckovice zelené či černé barvy. Má masitou a vláknitou pokožku a kamenné jádro. Dorůstá délky 1-2,5 cm. Listy jsou elipsovité až kopinaté, na spodní straně šedozelené, na svrchní straně tmavozelené. Listy dorůstají délky 4-10 cm. Bělavá, srostlá květní koruna se 4 rozšířenými, oválnými laloky a dvěma tyčinkami. Květy jsou v malých vzpřímených klubíčkách, žlutobílé barvy. Proti vysokým teplotám je olivovník velmi odolný a snáší i teploty nad 45 °C ve stínu. Rovněž snáší velmi dobře sucho, ale špatně se mu daří v oblastech, kde je vystaven suchým pouštním větrům. V takových podmínkách dochází ke značnému opadávání květů olivy a tím celkovému snížení výnosu plodu [6, 7, 16].

Olivy jsou nejdříve zelené a v průběhu zrání se barva mění na vínově červenou, poté na červenou, fialovou, a když oliva úplně dozraje tak zčerná. Zelené olivy mají nižší obsah oleje, jsou křupavější a s výraznější nahořklou chutí. Dozralá černá oliva je chuťově jemnější a obsahuje 20–30 % oleje na jednotku hmotnosti [6, 7].



Obrázek 1: Změny barev při zrání olivových plodů [3]

Roste v tzv. macchiích (křovinatých prostorech Středomoří) na suchých, kamenitých půdách, kde se vyskytuje i planá forma s kmenem již od báze větveným s menšími plody a okrouhlejšími, o polovinu menšími listy je nazývána oleaster [7].

Na půdu je olivovník poměrně málo náročný, roste i na půdách s malou orníční vrstvou za předpokladu, že jsou půdy dostatečně propustné. Nejlépe jim vyhovují půdy hlinito-písčité nebo lehké spraše a půdy kaštanové s dostatkem vápna. Nesnáší půdy těžké a zamokřené [16].

Botanická zralost plodu v oblastech Středomořího moře u raných odrůd nastává v říjnu u pozdních v listopadu až začátkem prosince. Přesné datum sklizně je rok roku, pěstitelské oblasti od oblasti a druh od druhu jiné. Kdy jsou olivy zralé, záleží také na množství slunečního svitu a na počtu deštivých dnů [16, 17].



Obrázek 2: Olivovník evropský [35]

Rozmnožuje se pomocí semen. Je opylován různými druhy hmyzu, ale vždy pouze jediný semeník dává vznik olivě. Kultivované olivovníky se rozmnožují i nepohlavně odnožemi a výhonky [7].

Podle způsobu rozmnožování stromů začíná oliva plodit v různém stáří. Rostliny rozmnožované vegetativně začínají zpravidla rodit již ve 4 - roce, zatímco stromy rozmnožované generativní cestou rodí až v 8-10 roce. Největší plodnost mají olivové stromy v 30 – 50 roce, kdy průměrný výnos plodů se pohybuje od 20 do 25 kg plodů [16].

1.2.2 Využití plodů oliv a olivového oleje

Olivový olej lze pro svou charakteristickou vůni, chuť, barvu, nutriční vlastnosti, stabilitu odlišit od jiných jedlých rostlinných olejů. Díky tomu je velká snaha olivového průmyslu a zachování výrobků bez ztráty těchto pozitivních vlastností [8].

Zdroj [9] uvádí, že lze využít i dřevo olivovníku, které se používá jako palivo a pro svůj lesk a lehkou vůni se surovina využívá v truhlářství pro výrobu různých předmětů a nástrojů. Olivové listy je možné využít jako krmivo pro zvířata.

1.2.2.1 Vliv olivového oleje na zdraví

Olej má pozitivní vlastnosti na zdraví. Má vysokou antioxidační aktivitu a podílí se na zlepšení krve a lipidového profilu, tím že snižuje špatný LDL cholesterol. Zároveň může pozitivně působit na výšku úrovně HDL cholesterolu. Řada studií prokázala, že míra úmrtí na kardiovaskulární choroby je v oblastech Středomoří nižší než v jiných regionech. Snižuje výskyt cukrovky, některých druhů rakoviny např. rakoviny prsu, prostaty, tlustého střeva, také zhoubné nádory (zažívacího traktu, kožní nádory) a některý další chronická onemocnění. Některé studie také prokázaly souvislost užívání olivového oleje s délkou života, kdy obyvatelé Středozeří se dožívají vyššího věku, než lidé žijící v severních zemích [8, 31].

Olivový olej byl vždy neoddelitelným prvkem lidové medicíny. Hippocrates - otec lékařství, doporučil několik použití olivového oleje. V téměř všech židovských obcích nalezneme zajímavé léčebné využití olivového oleje. Např. Iráčtí Židé doporučují, aby lidé trpící bolestmi hlavy, ztrátou chuti k jídlu, nespavostí a problémy s trávením vypili denně jednu lžici olivového oleje. Syrští Židé tvrdí, že pití olivového oleje pomáhá neplodným ženám otěhotnět. Židé z Jemenu používají olivový olej jako podklad pro různé masti a tvrdí, že je účinný při nachlazení a bolestech a léčí lepenku. Olivové listy se používají k hojení ran a vyléčení žloutenky, dále že konzumace oliv podporuje chuť k jídlu. Džus z nakládaných oliv se používá jako ústní voda k posílení zubů a dásní [39].

1.2.2.2 Využití v kosmetice

V kosmetice lze zejména využít za studena lisovaný olej, který obsahuje přibližně 80 % nenasycených mastných kyselin - z nich nejvýznamnější je kyselina olejová. Z 12-15 % jsou v oleji zastoupeny nasycené tuky a velmi malé množství volných mastných kyselin, které jsou určujícím znakem kvality olivového oleje. Obvykle se přidává lecitin a široké spektrum vitamínů (A, E), minerálů a fytochemických látek [8, 9].

Extrakt z čerstvých oliv použitý při výrobě kosmetiky si uchovává všechny plnohodnotné látky čerstvého výtažku a pokožku dostatečně ošetřuje. Olivové krémy a mýdla se snadno roztírají a obsažený glycerol zabraňuje vysoušení pokožky. Zabraňuje stárnutí pleti, zanechává ji jemnou a ošetřenou, redukuje tvorbu podkožního mazu, potlačuje zánět, omezuje roztřepení vlasů a jejich vysoušení, podporuje hojivé procesy, zmírňuje otoky. Olivový olej je hojně využívaný také pro masáž kojenců a batolat. Některé studie prokázaly souvislost s používáním olivového oleje a snižováním rizika dermatitid kojenců. Oleje lze také využít k výrobě osvětlení (olejové lampy) a jako mazivo kuchyňských náradí (brusky, mixéry, náradí) [8, 10].

1.2.2.3 Potravinářské využití

Olivový olej byl již v biblickém čase používán k vaření. Olivový olej byl smíchán s moukou pro výrobu koláčů, nebo byl použit k smažení masa, které se jedlo s chlebem.

Plody olivovníku lze využívat pro přímý konzum. Olivy jsou nakládány především ve vodném roztoku chloridu sodného nebo v oleji. Vylouhované plody pak mohou být plněny různými ingrediencemi např. paprikou, mandlemi. Samotné olivy se mohou používat jako doplněk při přípravě chleba, polévek a různých salátů [5].

Olivové oleje se běžně používají ve studené kuchyni jako součást dresinků a zálivek k přípravě různých salátů, rovněž se využívají k úpravách pokrmů smažením. Olivový olej má vysokou teplotu varu, tudíž se nepřepaluje. Jeho kouřový bod je mezi 180 - 220 °C, může dosáhnout až 280 °C bez přepálení a to díky své nízké kyselosti, přesto by se však nikdy neměl zahřívat až na jeho bod varu. Při dosažení této kritické teploty se začíná olej měnit a rozkládat se za vzniku škodlivých látek [5].

1.2.2.4 Náboženské využití

Dle zdroje [19] se olej se hojně využívá i v náboženství a magii. Je všeobecně známo, že křesťané podobně jako židé používají olivový olej celá staletí. Olej sloužil k pomazávání králů izraelského království i během náboženských obřadů dávných Minojců. Využíval se k uzdravení ran a modřin.



Obrázek 3: Využití olivového oleje v historii [39]

2 KVALITA A VLASTNOSTI OLIVOVÉHO OLEJE

Kvalitou olivového oleje se zabývají i právní předpisy EU. Stanovují metody analýzy vlastností různých typů oleje a definují jejich chemické a organoleptické vlastnosti. Také podrobně popisují pozitivní a negativní znaky oleje [19].

Kvalita olivového oleje silně souvisí s fyziologickými podmínkami plodů, který je extrahován. Důležité chemické změny se vytvářejí uvnitř plodu během dozrávání. Jsou spojeny se syntézou organických látek, zejména triglyceridů, a dalšími enzymatickými aktivitami, které mohou ovlivnit kvalitu panenského olivového oleje [24].

2.1 Pozitivní znaky

Mezi pozitivní znaky patří ovocná chuť a vůně, která závisí na odrůdě oliv a vlastnostech oleje pocházejícího ze zdravých a čerstvých plodů, zelených nebo zralých. Hořkou chuť mají oleje získané ze zelených nebo nazelenalých oliv. Štiplavá chuť je typická pro olivový olej vyrobený na začátku zemědělského roku [19].

2.2 Negativní znaky

Zdroj [19] uvádí, že negativní znaky získává olej za konkrétních podmínek. Může tak být například zatuchlý či chutnat po kalném sedimentu (pokud plody prošly pokročilým stupněm fermentace nebo byl olej získán ze sedliny z kádí). Z dalších negativních znaků lze např. jmenovat pachut' po plísniích a vlhkosti (olivy byly napadeny plísněmi a kvasinkami), vinnou či octovou pachut' (v důsledku kvašení oliv nebo zbytku olivové pasty na lisovacích rožích) nebo třeba pachut' kovovou (olej byl dlouho ve styku s kovovými povrchy během mletí, míchání, lisování nebo skladování). Žluklé jsou všechny oleje, které prodělaly intenzivní proces autooxidace. Některé staré olivové oleje označujeme za hrubé. Olejová chuť takového oleje připomíná naftu, mazací tuky nebo minerální olej.

2.3 Vosky

Dalším ukazatelem kvality olivového oleje je podíl vosků. Vosky se vyskytují jednak na listech olivovníku, jednak tvoří ochrannou vrstvu na samotných olivách. Jejich vysoký podíl v oleji je nežádoucí, protože prozrazuje buď příliš vysokou teplotu při extrakci oleje, nebo používání chemických činidel. Maximální povolená hodnota vosků v olivovém oleji je 250 mg/kg [19].

2.4 Kyselost

Kyselost neboli acidita je základním a nejjednodušším ukazatelem kvality panenského olivového oleje. Uvádí se v procentech a vyjadřuje podíl volných mastných kyselin na celkovém objemu oleje. Tato vlastnost oleje nám nenapovídá nic o tom, zda je jeho chuť více či méně kyselá. Lidé se často domnívají, že čím nižší kyselost, tím je olej jemnější, ale ve skutečnosti mají například panenské oleje s nevyraznější chutí velmi nízkou kyselost (mezi 0,2 % a 0,3 %). Nízká kyselost značí, že olej pochází z kvalitních plodů a byl zpracováván ve vhodných podmínkách [23].

Tabulka 1: Kyselost olivových olejů [23]

druh oleje	kyselost
extra panenský olivový olej	≤ 0.8 %
panenský olej	≤ 2,0 %
průmyslový olej	> 2.0 % (olej, který se nemůže konzumovat)
rafinovaný olivový olej	≤ 0.3 %
olivový olej (směs rafinovaného a panenského oleje)	≤ 1,0 %
olivový olej z pokrutin rafinovaný	≤ 0.3 %
olivový olej z pokrutin	≤ 1,0 %

2.5 Peroxidy

Ukazatel peroxidů určuje primární stupeň oxidace oleje v momentu jeho výroby, tj. minimální stupeň oxidace oleje, která se v průběhu cyklu oleje v závislosti na podmínkách skladování zvyšuje. Čím nižší je hodnota peroxidů v oleji, tím vyšší je podíl přirozených antioxidantů, tím silnějším antioxidantem daný olivový olej je. Vyšší poměr peroxidů naopak značí, že již probíhá proces žluknutí oleje, a že došlo k degradaci základních prospěšných složek oleje, zejména vitamínu E, A a D. Oxidace zhoršuje vlastnosti oleje, přidává defektní vůně a chutě (oxidací nenasycených mastných kyselin vznikají peroxidy, které se transformují do hydroperoxidů, které dávají vzniknout aldehydům a ketonům, látkám odpovědným za žluknutí oleje). Právě úvodní hodnota peroxidů se udává na etiketách kvalitních olejů. Peroxidy rovněž urychlují oxidaci a žluknutí oleje [17, 27].

Oxidace a tvorba peroxidů se vyskytují již při extrakci a zpracování oleje a mohou pokračovat i po plnění do obalů a během skladování. Peroxidy jsou meziproducty oxidace oleje,

kteře vedou k tvorbě složité směsi těkavých sloučenin, jako jsou aldehydy, ketony, uhlovo-
díky, alkoholy a estery, které jsou odpovědné za zhoršení organoleptických vlastností. Proto
jejich tvorba dramaticky ovlivňuje životnost a spotřebitelský příjem oleje [42].

2.6 Lipázy

Hydrolytická žluklost je změna způsobená přítomností vody v plodu a katalytickém půso-
bení enzymu - lipázy. Reakce se skládá z triglyceridové hydrolyzy za vzniku glycerolu
a mastných kyselin, což vede ke zvýšení volné kyselosti. Uvolňování mono-, diglyceridů
mastných kyselin dochází enzymatickou hydrolyzou [42].

2.7 Doba trvanlivosti

V uzavřené nádobě a při pokojové teplotě, na stinném místě vydrží olivový olej přibližně
dva roky. Otevřenou láhev je třeba spotřebovat rychle, protože obsah vlastnosti si udrží při-
bližně po dobu jednoho roku a potom začne žluknout [18, 19].

2.8 Stabilita při vysokých teplotách

Olej používaný na smažení přenáší na potraviny kromě tepla také chuť a strukturu, proto je
jednou z vynikajících vlastností olivového oleje jeho stabilita při velmi vysokých teplotách
(smažení). Bod varu olivového oleje - okamžik, kdy začíná kouřit je se svou hodnotou
210 °C až 220 °C mnohem vyšší než bod varu ostatních tuků, ať živočišného nebo rostlin-
ného původu. V závislosti na obsahu volných mastných kyselin a tím také třídě jakosti se
bod varu olivového oleje pohybuje mezi 180 °C až 220 °C. Pokud při zahřátí olej polymeri-
zuje, získává viskózní charakter a potraviny jej snadno vstřebávají, což jim dodává mastnou
chuť [17, 18].

3 CHEMICKÉ SLOŽENÍ

Spousta ovoce, semen, zeleniny a rostlin obsahují jedlé oleje. Tyto oleje jsou v mnoha ohledech podobné, ale drobné rozdíly mají vliv na vlastnosti oleje. Kvalita olivového oleje závisí i na manipulaci pěstitele s plody. Při nesprávné sklizni, skladování a zpracování může dojít k poškození, což může mít za následek sníženou kvalitu oleje. Pěstitelé oliv, proto musí mít základní dovednosti pro to, aby byla kvalita oleje zachována. Více než 90 % olivového oleje je vytvořeno v mezokarpu peckovice plodu olivovníku [11, 13, 32].

Olivový olej se skládá hlavně z triacylglycerolů (triglyceridů nebo tuků) a obsahuje malé množství volných mastných kyselin (FFA), glycerol, fosfatidy, pigmenty, chuťové látky, steroly, fenolické látky a mikroskopické kousky oliv. Některé z těchto komponentů přispívají k jedinečnosti oleje. Obsah triacylglycerolů oleje je odpovědný za jeho hydrofóbnost [11, 14, 32].

Z chemického hlediska může být olivový olej rozdělen na dvě frakce v závislosti na jeho chování v přítomnosti silně alkalického roztoku (NaOH, KOH) na zmýdelnitelné a nezmýdelnitelné frakce:

- Zmýdelnitelné (98 až 99 % z celkové hmotnosti)
- Nezmýdelnitelné (1-2 %)

3.1 Zmýdelnitelné frakce

Tato frakce obsahuje volné mastné kyseliny nebo esterifikované mastné kyseliny s glycerolem za vzniku triglyceridů, diglyceridů a monoglyceridů, které obsahují 75 až 85 % nenasyčených mastných kyselin (především kyseliny olejové a linolové) a 15 až 25 % nasycených mastných kyselin (kyselina palmitová a stearové) [12, 62].

3.1.1 Mastné kyseliny

Nejdůležitější komponenty v olivovém oleji jsou mastné kyseliny. Z hlediska výživy jsou nejvýznamnější složkou lipidů. Mastné kyseliny jsou základní složkou jednoduchých a složených lipidů, jejich hydrofobní charakter je příčinou hydrofobního charakteru molekuly lipidu. Mastné kyseliny obsahující více než deset uhlíkových atomů se označují jako vyšší. Z chemického hlediska jsou mastné kyseliny vyskytující se v lipidech vyšší monokarboxylové kyseliny. Mají jednoduchou strukturu skládající se z dlouhých řetězců s různými počty atomů uhlíku. Některé mastné kyseliny, zejména s větším počtem dvojných vazeb, si člověk

nedokáže sám syntetizovat, tzv. esenciální kyseliny, proto musí být v dostatečném množství přijímány v potravě [11, 21, 44, 46].

Charakter mastných kyselin má vliv na fyzikální a chemické vlastnosti lipidů, jejichž jsou součástí:

- nasycené mastné kyseliny jsou příčinou větší stability a vyšších bodů tání lipidů
- nenasyčené mastné kyseliny snižují chemickou stabilitu a body tání lipidů
- čím je poloha dvojných vazeb blíže ke karboxylové skupině, tím je chemická stabilita a bod tání nižší [44].

Existuje pouze několik typů mastných kyselin obsažených v olivovém oleji, ale proporce každého z nich silně ovlivňují vlastnosti a výživovou hodnotu oleje [11].

Mastné kyseliny jsou klasifikovány na základě jejich strukturních a chemických vlastností jako nasycené (SAFA), mononenasyčené (MUFA) a polynenasycené (PUFA) [32, 52].

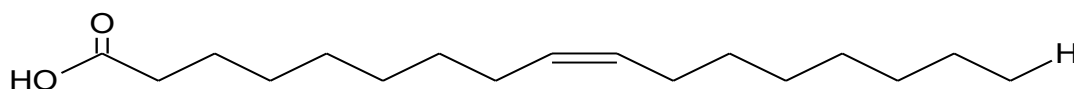
3.1.1.1 *Nasycené mastné kyseliny*

Nasycené neobsahují v řetězci žádné dvojně vazby nebo jiné funkční skupiny a jsou plně nasyceny atomy vodíku. Hlavními zástupci jsou kyselina palmitová (16:1) a stearová (18:0) [32].

3.1.1.2 *Mononenasyčené mastné kyseliny*

Mononenasyčené obsahují jednu dvojnou vazbu v poloze cis. Kyselina olejová (18: 1n - 9) obsahuje 18 atomů uhlíku s dvojnou vazbou na 9. uhlíku od methylového konce molekuly. Kyselina olejová je primární složkou olivového oleje (55 - 83 %). Je klíčovou složkou triacylglycerolů a membránových lipidů [32, 33].

Kyselina olejová je složkou téměř všech acylglycerolů obsažených v přírodních tucích a olejích [46].



Obrázek 4: Chemická struktura kyseliny olejové [46]

3.1.1.3 Polynenasycené mastné kyseliny

Uhlíkové řetězce, které obsahují 2 nebo více cis dvojných vazeb, přičemž první dvojná vazba jsou umístěné buď mezi 3. a 4. nebo 6. a 7. uhlíkovým atomem od methylového konce molekuly. Tyto kyseliny nemohou být syntetizovány v lidském těle (dvojná vazba mohou být ve všech polohách řetězce kyseliny s výjimkou $n - 3$ a $n - 6$ poloh), a proto musí být získány z potravy. Esenciální mastné kyseliny se zúčastňují výstavby buněčných membrán a jsou prekurzory prostaglandinů. Nedostatek se projevuje kožními poruchami a sníženou odolností k infekci [32, 34, 46].

Jako zástupce lze uvést alfa-linolenovou kyselinu ($18: 3n - 3$) a kyselinu linolovou ($18: 2n - 6$), nebo jejich deriváty s dlouhým řetězcem. Metabolicky nejvýznamnější jsou eikosapentaenová kyselina ($20: 5n - 3$), dokosahexaenová kyselina ($22: 6n - 3$), γ -linolenová ($20: 3n - 6$) a kyselina arachidonová ($20: 4n - 6$). Některé parametry, jako například oblast výroby, nadmořská výška, podnebí, odrůdy oliv a stav zralosti plodů můžou významně ovlivnit složení mastných kyselin v olivovém oleji [32, 33].

Kyselina linolová je nejhojnější polynenasycená mastná kyselina v olivovém oleji, její koncentrace se pohybuje v rozmezí od 2,5 % do 21 %. Tato kyselina se vyskytuje také v ostatních rostlinných olejích (sójový, slunečnicový, světlicový a podzemnicový), rybím tuku a částečně i živočišných tucích, tvoří asi 90 % esenciálních mastných kyselin v dietě. Je významná pro biosyntézu ikosanoidů. Kyselina arachidonová je nejdůležitější esenciální mastnou kyselinou pro metabolismus. V potravě se vyskytuje jen v malém množství, ale tělo si ji dovede syntetizovat z linolové kyseliny za přítomnosti biotinu [37, 46].

Trojná vazba se u nenasycených mastných kyselin přírodních lipidů nevyskytuje [46].

3.2 Monoglyceridy a diglyceridy

Jsou přítomné v olivovém oleji v důsledku neúplné syntézy a/nebo částečné hydrolyzy triglyceridů. Obsah diglyceridů v panenském olivovém oleji se pohybuje v rozmezí od 1 % do 2,8 %. V čerstvém oleji převažují 1,2- diglyceridy, což představuje více než 80 % z diglyceridů. Poměr 1,2 / 1,3-diglyceridů může být použit jako indikátor věku oleje [20].

Monoglyceridy jsou přítomny v množství nižším než diglyceridy (<0,25 %) [33].

3.3 Nezmýdelnitelné frakce

Tato frakce je velmi důležitá z nutričního a analytického hlediska na kontrolu pravosti oleje a jeho stabilitu; obsahuje většinou steroly, vitamíny rozpustné v tucích, vosky, alifatické alkoholy, aromatické sloučeniny a antioxidanty. Přispívají ke specifickým vlastnostem olivového oleje, díky jejich oxidační stabilitě a jedinečné chuti a barvě [12, 32].

3.3.1 Fenolické látky

Fenolické látky představují velkou a různorodou skupinu sloučenin. Jsou to hydroxyderiváty uhlovodíku s -OH skupinou vázanou přímo na uhlík (uhlíky) aromatického jádra. Jsou to tuhé krystalické látky, ve vodě málo rozpustné, dobře rozpustné v roztocích alkalických hydroxidů za vzniku fenolátu [11, 44].

V olivovém oleji:

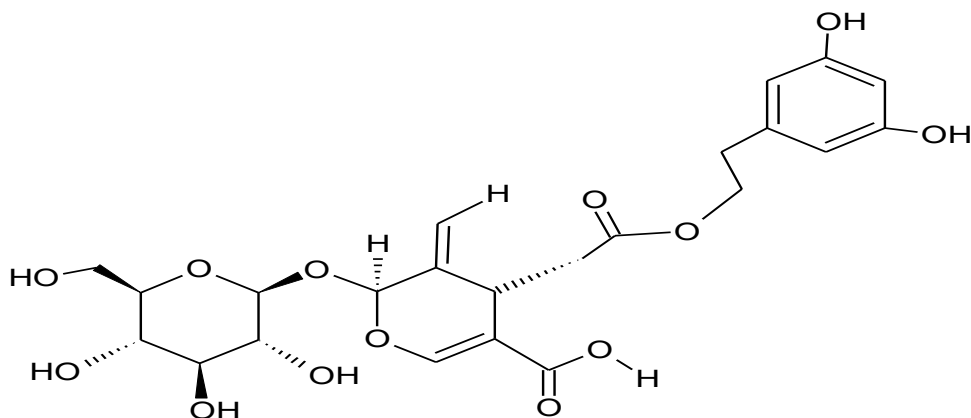
- existuje mnoho různých typů,
- hrají důležitou roli jako antioxidanty,
- přispívají k barvě oleje,
- mnohé jsou rozpustné ve vodě, a proto množství fenolických látek v olivovém oleji může záviset na procesu extrakce [11, 43, 44].

Obsah fenolických látek v olivovém oleji závisí na odrůdě oliv, regionu kde se pěstuje, klimatu, zemědělských technikách, zralosti oliv při sklizni, extrakci olivového oleje, zpracování, metodách skladování a době od sklizně [28].

Fenolické sloučeniny jsou důležitým prvkem olivového oleje, přispívají k výživovým, biologickým a sensorickým vlastnostem a trvanlivosti olivového oleje, protože zlepšují odolnost vůči autooxidaci. Fenolické látky vykazují také protizánětlivé vlastnosti. Olivy obsahují jednoduché a složité fenolické sloučeniny, které jsou odvozeny hydrolyzou oleuropeinu (aktivní přírodní látka obsažená v plodech i listech), která přispívá k intenzitě hořkosti, trpkosti a ostrosti panenského olivového oleje, a to zejména hydroxytyrosol, tyrosol, kyselina kávová a kumarová a p-hydroxybenzoová kyselina, které ovlivňují sensorické vlastnosti olivového oleje [24, 26, 28].

Fenolová frakce v olivovém oleji obsahují nejméně 36 strukturně různých fenolových sloučenin, které mohou být rozděleny na základě podobnosti ve struktuře do 6 hlavních skupin (sekoiridoidy, fenylalkoholy, fenylkyseliny, hydroxyisochromans, flavonoidy a lignany).

Sekoiroidy mohou odpovídat za více jak 80 - 90 % celkových fenolických sloučenin olivového oleje. Mezi fenylykyseliny můžeme zařadit např. kyselinu kávovou, sinapovou, gallovou, syringovou, felurovou, vanilinovou [32].



Obrázek 5: chemická struktura oleuropeinu [46]

3.3.2 Steroly

Steroly jsou další velká skupina komponentů s nutričními výhodami pro spotřebitele. Jsou to hydrofobní látky, které mají fyzikálně - chemické vlastnosti podobné lipidům. Vědci nedávno uznaly výhody fytoosterolů v lidském zdraví. Výrobci margarínů vyvinuli značky margarínu s přidanými steroly, které jsou nyní k dispozici v supermarketech. Tyto nové margaríny mají dramaticky snižovat absorpci cholesterolu do těla. Měření sterolů je velmi užitečná zkouška pro zjištění falšování olivového oleje, protože steroly rostlinného oleje jsou často specifické pro daný druh. Například brassicasterol je sterol, který je přítomný v plodinách jako je řepka. Z tohoto důvodu, jakýkoliv pokus o znehodnocování olivového oleje řepkovým olejem může být rychle detekován, díky přítomnosti této sloučeniny [11, 46].

3.3.3 Skvaleny

V přírodě všudypřítomné skvaleny jsou triptletové uhlovodíky, které jsou hlavním meziproduktem biosyntézy cholesterolu. Olivový olej obsahuje přibližně 0,7 % skvalenu, zatímco jiné potraviny přibližně 0,002 - 0,003 %. Ačkoliv jsou skvaleny široce distribuovány po celém těle, většina je transportována do kůže, díky tomu studie předpokládají, že v oblasti Středomoří mohou být odpovědné za nižší výskyt rakoviny kůže [33].

3.3.4 Vitamin E

Vitamin E je derivát kyslíkatého heterocyklu chromanu. Je to obecný termín, který se používá k popisu 8 různých přirozeně se vyskytujících forem: 4 tokoferolů (α -, β -, γ - a δ -tokoferoly) a 4 tokotrienolů (α -, β -, γ - a δ -tokotrienolů). α -tokoferol je biologicky aktivní forma vitamínu E a tvoří téměř 95 % celkového vitamínu E v olivovém oleji. α -tokoferol chrání olej před oxidací při zvýšených teplotách [32, 42, 43].

Olivový olej obsahuje velké množství vitamínu E, který lze jen stěží předčít, co se týče jeho mnohostrannosti: stabilizuje buněčnou membránu a působí tímto způsobem proti předčasnému stárnutí. Přitom je rovněž velmi dobrý antioxidantem a chrání tak naše buňky před útoky volných radikálů. Před oxidací chrání také hormony, vitamin A a vitamin C, je nutný pro tvorbu buněčného chromatinu, snižuje spotřebu kyslíku, dále udržuje rovnováhu Na, K, Mg, Cl a PO_4 . Poskytuje oleji nutriční hodnotu a přispívá k jeho stabilitě a to i v průběhu ohřevu a smažení. Kromě toho vitamin E podporuje regeneraci. Koncentrace různých forem vitamínu E v oleji je přibližně 300 mg / kg [15, 17, 32, 47].

3.3.5 Vitamin A a D

Vedle vitamínu E obsahuje olivový olej vitaminy A a D, oba rovněž rozpustné v tucích. Vitamin A zahrnuje větší skupinu chemických látek. Z nich nejúčinnější jsou retinol a retinal, vinylderivát, acerofol, karoten -provitamin A. Je důležitý pro tvorbu kůže, sliznic a chrupavek a hraje významnou roli v péči o pěknou pleť, zdravé vlasy a silné nehty. Dále má vliv na reprodukci, má antikancerogenní účinky, protinfekční účinky, tvoří a podporuje funkci očního barviva. Nedostatek se projevuje poruchami vidění (šeroslepost), inhibicí růstu a deformacemi kostí. Předávkování má za následek zvýšení jaterní rezervy vitamínu až po projevy hypervitaminozy, různé projevy intoxikace (struma) [17, 47].

Vitamin D je skupina steroidních látek, z nichž nejdůležitější jsou ergokalciferol a cholekalciferol. Vitamin D vzniká na kůži za účasti kožního pigmentu fotoaktivací při 230 - 300 nm, vysokofrekvenční oscilací, katodovými paprsky. Vitamin D podporuje vstřebávání vápníku a fosforu. Zvyšuje resorpci vápníku a snižuje jeho vylučování močí, zvyšuje zpětnou střevní resorpci fosforu a reguluje jeho urinární sekreci a je proto nezbytný pro stavbu kostí a chrupavek. Deficit se projevuje v době vývoje křivici. Dlouhodobě přijímané vysoké dávky mohou způsobovat hyperkalcinemii (retence vápníku, který je vyplavován z kostí) [17, 47].

4 TECHNOLOGIE ZPRACOVÁNÍ

Kvalita panenského olivového oleje závisí především na kvalitě olivových plodů, pro zachování kvality jsou také důležité technologické operace prováděné při lisování. Významnou roli důležitou pro dobré vlastnosti oleje hraje skladování oliv před zpracováním, důležité je skladovat za příznivých podmínek, za použití velkých plastových přepravek a vyhnout se stlačování peckovice. Extra panenský olivový olej se získává výhradně pomocí mechanických a fyzikálních procesů, včetně shromažďování, promytí a drcení oliv, změkčování olivového pasty, centrifugace, skladování a filtrace [15, 29].

4.1 Sklizeň oliv

Během tisíciletí byly vyvinuty, v závislosti na pěstitelské oblasti, různé metody sklizně. Mezi metody můžeme zařadit např. ruční česání, italsky nazýváno „brucatura“, je nejnákladnější a nejobtížnější, ale také je to nejlepší metoda, neboť nejvíce šetří plody a později poskytuje také nejlepší olej. Olivy jsou krajně citlivé na tlak, takže při uvolňování plodu z větve je třeba velmi důkladně dávat pozor nato, aby se při pevné stisku nepoškodily a neutrpěla tak kvalita oleje [17].

Také otloukání oliv dlouhými tyčemi, vyžaduje velkou obezřetnost a hodně zkušeností, aby nebyly nedopatřením poškozeny mladé výhonky. Plody padají do sítí nebo „padáků“ dříve to byly pravé, hedvábné padáky z války, dnes jsou to většinou sítě z nylonové gázy. Potom se olivy posbírají, uloží do prodyšných košíků a beden, zanesou do skladiště, kde jsou pečlivě uloženy a uskladněny do doby kdy se budou lisovat [17].

Sklizeň je nejnákladnější a nejdražší částí pěstování oliv. I velmi dobrý česač stihne za hodinu sklizně jen 9 - 10 kg oliv. Na jeden litr oleje potřebujeme, podle obsahu oleje 4 kg plodů, a tak prodejní cenu olivového oleje určuje z 50 % výnos ze sklizně [17].

V některých částech světa (např. Kalifornii) se v posledních letech zvyšují náklady na sklizeň a zároveň nejistota práce negativně ovlivnila konkurenceschopnost. Následkem toho byla věnována pozornost výzkumu mechanické sklizně stolních oliv [41].

Mechanizace sklizně oliv představuje jedinečnou výzvu. Střecha stromu a kmen musí být přizpůsobeny rozhraní se strojem, aby se zabránilo poškození stromu, a plody musí být shromažďovány s minimálními otlaky. Výhodou těchto strojů může být jejich výkon, který činí až 16 t/hod. Výhodou je také optimální sklizeň: ovoce se sklízí ve dvou fázích, nejdříve v dolní

části a potom jakmile se strom zotaví v horní části. 100 % oliv se třídí, jakmile jsou sklizeny. Odbočky jsou přesunovány do zadní části stroje, kde je umístěn rotační systém. Listy jsou odstraněny v konečném bodě pomocí sacích ventilátorů umístěných na koš [41].



Obrázek 6: Sklizeň oliv pomocí mechanického stroje [41]

4.2 Čištění

Před samotným lisováním je nutné olivy nahrubo zbavit cizích částic (listů, větviček, kamínků atd.). Další fáze čištění zpravidla probíhá v cirkulující vodní lázni, do níž je hnán vzduch. Na dně se usazují jemnější nečistoty těžší než voda (hlína, drobné organické nečistoty, písek apod.) [30].

Očištěné olivy by měly být co nejrychleji zpracovány. Po sběru totiž začíná proces dekompozice organické tkáně, který je škodlivý pro výslednou kvalitu oleje [30].

4.3 Drcení a lisování

Tato operace je navržena tak, aby došlo u uvolnění co největšího množství oleje z vnitřních buněk oliv. Prakticky je nemožné, aby se uvolnilo veškeré množství oleje [12].

Dříve než se sklizňové olivy ze svých beden a košů, ve kterých stojí dobře chráněny před zvířaty a hmyzem ve skladištích a stodolách, dostanou do drtiček, vloží se do pytlů. Na nich je přesně poznamenáno, od kterého pěstitele tato příslušná sklizeň pochází - a tak nemůže dojít k záměnám [17].

V kolovém mlýně se plody dobrou půlhodinu drtí při teplotě 25 až maximálně 30 °C na kaši. Kaše se pak nanese na rohože a hydraulicky vylišuje. Pro látky obsažené v olivě, především pro vitamíny, je nejprospěšnější teplota okolo 28 °C. Lisování, při kterém se jako dříve dodávalo teplo (částečně až k 40 °C) už dnes neexistuje, neboť jen olej „lisovaný za studena“

obsahuje cenné látky v plném rozsahu. Při lisování vzniká emulze z oleje a ovocné šťávy, jejichž složky se pak od sebe oddělují na centrifuze [17].

Vedle tohoto procesu získávání oleje dnes používáme stále více také takzvané nekonečné šnekové systémy. To jsou velká zařízení s dlouhými kovovými trubicemi, ve kterých se prostřednictvím centrifugy oddělují tekutina obsažená v olivě, olej a ovocná šťáva, od zbylých pevných částí plodu. V další centrifuze se pak olej odděluje od ovocné šťávy. Tato moderní metoda poskytuje, jak ujišťují pěstitelé oliv, lepší kvalitu oleje s nižším obsahem kyselin [17].

Kamenné mlýny vykonávají optimální práci, protože kombinují lisování a stlačování. Nevýhody kamenných mlýnů jsou, že jsou drahé, drcení je pomalé a není kontinuální a musí být prováděné kvalifikovaným personálem [12].

Zbytky vznikající po lisování, takzvaný olivový koláč, byl ve starověku zkrmován domácími zvířaty nebo se jím hnojilo pole, tekuté zbytky sloužily jako prostředek pro hubení plevelů nebo jako ochrana před napadením škůdci. Dnes se z části zbytků vyrábí takzvaný matolinový olivový olej, který nachází využití např. jako krmivo pro dobytek nebo jako topivo [17].

4.4 Filtrace

Ihned po extrakci oliv je olivový olej zakalená šťáva se suspendovanými částicemi rostlinné tkáně, které mohou oleje zhoršit hydrolyzou nebo oxidací. V poslední době se filtrace stává standardním krokem výroby panenského olivového oleje s cílem rychlejší finalizace produktu a prodloužení trvanlivosti [30].

Filtrace olivového oleje může ovlivnit změny v obsahu antioxidantů, jako jsou fenolické látky, tokoferoly, pigmenty také i těkavé látky odpovědné za příjemné aroma panenského olivového oleje [30].

4.5 Balení

Materiály, které jsou použity jako balení pro olivový olej, zahrnují sklo, kovy (pocínovaná ocel) a v poslední době plasty a plasty potažené lepenkou. V maloobchodním prodeji lze často najít plasty (PET), díky mnoha výhodám: chemická inertnost, nízká propustnost pro kyslík a vynikající mechanické vlastnosti. Začlenění pigmentů a/nebo UV blokátorů zachycujících kyslík může zlepšit vlastnosti plastických hmot, pokud jde o kvalitu zachování olivového oleje [24].

5 ROZDĚLENÍ OLIVOVÉHO OLEJE

V závislosti na technologii zpracování a kvalitativních charakteristik hotového výrobku lze rozdělit olivový olej na tři produkty [12].

Pro klasifikaci různých tříd stanovily mezinárodní regulační orgány řadu chemických parametrů, ve spojení s organoleptickými vlastnostmi, které mají za cíl určit, do které specifické třídy lze oleje zařadit. Z tohoto důvodu jsou kvalitativní parametry zahrnuty do právních předpisů EU, které garantují pravost oleje. Ustanovení Evropské unie rozdělilo olivový olej dle způsobu výroby a obsahu kyselin do tří různých tříd [12, 17].

5.1 Extra panenská olej

Tato tři slova garantují vysoce kvalitní, přírodní olivový olej, bez použití chemických a biochemických činidel, který byl lisován za studena. Extra panenský olej (italsky zvaný „Olio extra vergine di oliva“) je často chybně zaměňován s panenským olejem, kyselost je u obou nižší než 0,8 % a v obou případech se jedná o pravou šťávu z oliv. Rozdíl je dán kyselostí a smyslovou analýzou. Posuzovatelé je od sebe rozliší podle těchto vlastností: u extra panenského olivového oleje je medián vady roven nule a medián znaku ovocné chuti a vůně je vyšší než nula, zatímco u panenského oleje je medián roven 2,5 a medián znaku ovocné chuti a vůně je vyšší než nula. Extra panenský olej je perlou mezi olivovými oleji a má nezaměnitelnou vůni a chuť. Vyžaduje důkladnou péči o olivové háje a ruční sběr oliv v nejpříznivějším okamžiku. Zcela mimořádný je pak extra panenský olej v bio kvalitě. Získává se z oliv, které se v žádném okamžiku nedostaly do kontaktu s chemickými produkty. Běžně se používá do salátů, polévek i vařených jídel [17, 18, 20].

5.2 Panenský olivový olej

Pokud obsah kyselin přesahuje hranici jednoho procenta, může se takový olej označovat jen jako panenský olivový olej. Tento druh oleje se nijak chemicky neupravuje. Získává se lisováním oliv a jeho vlastnosti zůstávají nedotčené. Je to zcela přírodní produkt [18].

5.3 Olivový olej

Olej, který obsahuje směs rafinovaného olivového oleje panenského olivového oleje [36].

5.3.1 Rafinovaný olivový olej

Rafinované oleje nejsou stoprocentně přírodní, i tak jsou však zdravé prospěšné. Získávají se rafinací panenských olivových olejů, které nesplní požadavky týkající se chuti nebo kyselosti. Tyto oleje jsou chemicky filtrovány, a proto nejsou považovány za panenské, mnohé jejich vlastnosti se však panenskému olivovému oleji blíží. Základní rozdíl však spočívá v chuti [17, 18].

5.4 Olej z pokrutin

Tento olej se získává mletím dužiny a pecek oliv poté, co byl získán panenský olej. Směs se upravuje rozpouštědly a prochází dalšími fyzikálními procesy. Pro konzumaci se ředí panenskými oleji. Běžně se používá pro výrobu mýdel nebo v průmyslu, ale také ke smažení pokrmů [18].

6 SKLADOVÁNÍ OLIVOVÉHO OLEJE

Skladování je velmi důležitý krok v technologii výroby potravin, včetně olivového oleje. Skladovatelnost olivového oleje může být ovlivněna různými faktory např. technologickým zpracováním kvalitních surovin, výběrem správných skladovacích podmínek a typem obalu [24].

6.1 Podmínky skladování

Ačkoliv má olivový olej vzhledem k vysokému obsahu mononenasycených mastných kyselin delší trvanlivost než všechny ostatní oleje, které se používají v kuchyni, a je taky velmi odolný proti horku, musíme přece jen respektovat několik věcí. To znamená, vždy ho dobře uzavřít a uschovat na vzdušném, tmavém a chladném místě, tedy při teplotě mezi 10 °C až 16 °C [17].



Obrázek 7: Průmyslové skladování olivového oleje [17]

Pro zachování čerstvosti oleje je dobré ho po otevření uchovávat v uzavřené neprůsvitné nádobě. Vybírat bychom si měly obaly z tmavého skla nebo plechový obal. I když se skladuje olej ve tmě, nemůžeme si být jisti, jakým způsobem a jak dlouho se olej uchovával v předchozím článku řetězce [22].

Dle zdroje [22] nejhorší místo, kde se olej může skladovat, je bohužel také to nejpraktičtější: blízko sporáku nebo varné desky. Olej je v blízkosti ohně vystaven teplotám až 50 stupňů a velice rychle degeneruje.

Oleji rovněž neprospívá neustálé otvírání a zavírání. Mnohem lepší je přelit olej z většího balení do menšího, které se používá na běžnou spotřebu. Uvádí se, že je-li láhev naplněna méně než z 80 %, výrazně se urychluje oxidace oleje. Doporučuje se proto přelit olej do menších balení, která budou zcela plná. Snižuje se tím negativní proces oxidace [25].

Při velkém množství oleje je možné olej zamrazit. Nízká teplota zpomaluje oxidaci oleje a olej přitom neztrácí své přirozené kvality [23, 25].

Pokud je olej uskladněn v hliněných džbánech ve vinném sklepě, vydrží mnohem déle než dva roky. Mnozí výrobci tak mají ve svých sklepech oleje, které jsou staré i pět nebo šest let. Jendou ročně se olej z těchto džbánů odčerpá a naplní do jiných džbánů, přičemž zbytky, které klesly na dno, zůstanou ve starém džbánu a do nového džbánu putuje jen olej, který se takto přirozeným způsobem vyčistil [17].

6.2 Změny během skladování

Zejména v České republice se často stává, že olej vlivem nízké teploty zhoustne a zamlží se chuchvalci neprůhledných částic. Nejedná se o nevratný proces, jde pouze o tuhnutí voskových částí oleje. Když se olej ohřeje, velmi rychle se tyto částice opět rozpustí a olej bude opět čirý bez jakékoliv negativní změny ve složení či nutričních hodnotách [17].

Při 2 °C má olej konzistenci měkkého másla. Proto se olej pro použití v chladu někdy tzv. zazimovává, což spočívá v ochlazení oleje a filtraci pevných vosků [17].

Na rozdíl od vína, které se zráním zlepšuje, olej se z věkem nelepší. Jak olivový olej stárne, postupně se kazí, vytváří se větší množství kyseliny olejové, úroveň kyselosti stoupá a chuť se oslabuje. Extra panenské oleje vydrží déle, protože mají nízkou hladinu kyselosti již na počátku [23].

Mezi největší činitele, které ovlivňují kvalitu oleje, při skladování patří:

- kyslík
- světlo
- teplo

6.2.1 Oxidační změny

Kyslík zvyšuje podíl volných mastných kyselin. Zvýšená teplota (více než 25 °C) má negativní vliv na sensorické vlastnosti oleje a spolu se světlem urychluje jeho žluknutí. Vystavení světlu přispívá dále ke snížení hladiny prospěšných antioxidantů [23].

Rychlost oxidace závisí na dostupnosti kyslíku v závislosti také na světle a teplotě. V nepřítomnosti světla se řídí autooxidace mechanismem vzniku volných radikálů za tvorby hydroperoxidů. Tyto labilní sloučeniny se dále rozkládají za vzniku komplexní směsi sloučenin, jako jsou aldehydy, ketony, uhlovodíky, alkoholy, estery, které jsou odpovědné za zhoršení

chuti olivového oleje známé jako „oxidační žluknutí“. Aldehydy a další sekundární produkty oxidace lipidů jsou dobře absorbovány a mohou vykazovat toxické účinky na játra, ledviny a slezinu. Aldehydy mohou způsobit velmi rychlou oxidaci buněčných lipidů, což vede k destrukci buněk. Změny lipidů ovlivňují nutriční hodnotu. Polynenasycené mastné kyseliny degradují a mohou se objevit toxické sloučeniny a v důsledku toho může být omezena absorpce některých dalších složek potravin [24, 42].

Oxidace lipidů v olivovém oleji během skladování oleje vyvolává změny v obsahu metabolitu oleje, které mohou být měřeny za použití takzvaných indexů kvality. Vysoké hodnoty ukazují nekvalitní oleje, které by měly být odpovídajícím způsobem označeny nebo staženy z trhu. Lze uvést vliv pěti faktorů (typ olivového oleje, kyslík, světlo, teplota a doba skladování) na oxidační stabilitu během skladování. Výzkumy ukazují, že všech pět faktorů jsou v rámci skladování významné. Mezi nejcitlivější na tyto faktory patří fenolické látky a hydroperoxydy [23].

Balení může ovlivnit kvalitu olivového oleje tím, že chrání produkt před oběma činiteli kyslíkem a světlem. Životnost olejů vystavených intenzivnímu umělému světlu a rozptýlenému dennímu světlu je kratší než u olejů udržovaných ve tmě. Kromě toho výrazně ovlivňuje změny kvality během skladování teplota skladování, použití dusíkaté atmosféry a snížení obsahu kyslíku v objemovém prostoru [24].

Může být použito množství druhů obalových materiálů (plastové nádoby, kovové nádoby), zatímco nejčastější jsou skleněné nádoby různých tvarů a barev. Hlavní nevýhodou "čistého" skleněného a průhledného plastového obalu je však to, že produkt může být vystaven fotooxidaci [40].

Zdroj [24] uvádí, že když jsou rostlinné oleje vystaveny světlu, dochází k fotokorciřikaci působením přírodní fotosenzibilizátorů (tj. chlorofyl), které reagují s tripletovým kyslíkem za vzniku excitovaného singletového kyslíku. Singletový kyslík pak tvoří volné radikály z nenasycených mastných kyselin, které vedou k výrobě hydroperoxidů a případně ke karboonylovým sloučeninám, což vede k vývoji nežádoucích příchutí v olejích. Reakce zodpovědná za oxidační šlachovitost je tak podporována světlem, teplem, stopami kovů (Fe, Cu, Co, Ni, Mn).

Substráty těchto reakcí jsou v podstatě nenasycené volné mastné kyseliny, které obecně oxidují rychleji na triglyceridy a fosfolipidy. Oxidační rychlost je ovlivněna hlavně stupněm nenasycení. Nenasycené mastné kyseliny oxidují při a teplotě vyšší než 60 °C, zatímco polynenasycené mastné kyseliny oxidují při nižších teplotách [24].

II. PRAKTICKÁ ČÁST

7 CÍL PRÁCE

Cílem diplomové práce v teoretické části bylo:

- popsat historii a využití olivového oleje,
- charakterizovat znaky oleje,
- popsat chemické složení,
- uvést technologické zpracování
- popsat podmínky skladování a faktory, které ovlivňují kvalitu.

Praktická této diplomové práce byla zaměřena na:

- zjistit vliv 2 letého skladování vybraných olejů na změny peroxidového čísla, kyselosti a vybraných mastných kyselin v závislosti na
 - provenienci (Řecko, Itálie, Portugalsko)
 - délce skladování
- stanovení změn u peroxidového čísla a čísla kyselosti
- vyhodnocení výsledků a vyvození závěru

8 MATERIÁL A METODIKA

8.1 Použití přístroje, pomůcky a chemikálie

8.1.1 Přístroje a pomůcky

- analytické váhy
- běžné laboratorní sklo (kádinky, odměrné baňky, nálevky, byrety)
- topné hnízdo
- plynový chromatograf QP2010 Shimadzu
- vysoce polární kolona

8.1.2 Chemikálie

- methanol
- hydroxid sodný
- chlorid sodný
- bortrifluorid-Dyethylether
- n-Heptan
- diethyleter
- ethylakol
- hydroxid draselný
- fenolftalein
- kyselina šťavelová
- chloroform
- kyselina octová
- jodid draselný
- škrobový maz
- dichroman draselný
- kyselina chlorovodíková
- thisíran sodný

8.1.3 Charakteristika vzorků

Diplomová práce byla zaměřena na analýzu extra panenských olejů zakoupených v tržní síti. Ke srovnání byl porovnán extra panenský olivový olej, označený archivní

- **Luccese Olio extra vergine d'oliva** - Extra panenský olivový olej. Výběrová jakost olivového oleje získaného přímo z oliv pouze mechanickými postupy (země původu Itálie). Datum minimální trvanlivosti: listopad 2015. Byly zakoupeny 3 láhve.
- **Blanqueta extra panenský olivový olej** - Extra panenský olivový olej nejvyšší kvality, získaný mechanickým lisováním bez použití chemie (země původu Španělsko). Datum minimální trvanlivosti: říjen 2015. Byly zakoupeny 3 láhve.
- **Agrocreta extra panenský olivový olej** - Extra panenský olivový olej výběrové jakosti získaný přímo z oliv pouze mechanickými postupy (země původu Řecko). Datum minimální trvanlivosti: říjen 2015. Byly zakoupeny 2 lahve.
- Olivový olej označovaný jako „archivní“: Dodány 2 plechovky
 - Ke sledování změn v průběhu skladování byly provedeny 3 odběry
 - říjen 2014, duben 2015, leden 2016



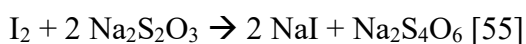
Obrázek 8: Analyzované olivové oleje

8.2 Princip a pracovní postup analýz

Provedeny byly analýzy těchto chemických parametrů – stanovení čísla kyselostí, peroxidového čísla a obsahu mastných kyselin.

8.2.1 Stanovení peroxidového čísla

Peroxidové číslo udává množství kyslíku schopného oxidovat jodid na jód za podmínek metody. Peroxidové číslo je uváděno v miliekvivalentech aktivního kyslíku na kilogram. Metoda je založena na oxidaci jodidu draselného hydroxyperoxy a peroxydů obsaženými ve vzorku rostlinného oleje v prostředí kyseliny octové a chlorovodíkové. Uvolněný jód je pak titračně stanoven odměrným roztokem thiosíranu sodného. Peroxidové číslo charakterizuje obsah vytvořených tukových peroxidů a hydroperoxidů. Reakci ruší přítomnost látek, které mohou rovněž oxidovat jodid na jod, např. kyslík a naopak přítomnost redukujících látek např. antioxidantů. Uvolněný jód může rovněž částečně adovat na přítomný tuk. Metoda je vhodná pro oxidované tuky s výjimkou tuků oxidovaných při vysoké teplotě [54].



Postup:

Standardizace 0,01 M roztoku Na₂S₂O₇

Standardizace odměrného roztoku 0,01 M thiosíranu sodného byla provedena na roztok K₂Cr₂O₇. Nejprve byl připraven roztok dichromanu draselného o koncentraci 0,017 mol/l. Pro přípravu 1 l roztoku byla podle vzorce $m = c \cdot V \cdot M$ vypočtena navážka dichromanu draselného.

Navážka dichromanu draselného byla převedena do odměrné baňky a rozpuštěna v destilované vodě doplněné po rysku odměrné baňky. 10 ml připraveného roztoku K₂Cr₂O₇ bylo převedeno do Erlenmayerovy baňky, bylo přidáno 10 ml zředěné kyseliny chlorovodíkové s destilovanou vodou v poměru 1:1 a 10 ml 10%-ního KI. Baňka byla uzavřena a ponechána 5 minut na tmavém místě. Poté byl roztok titrován odměrným roztokem thiosíranu sodného do žlutého zbarvení. Pak bylo přidáno pár kapek škrobového mazu a roztok byl dotitrován z modrofialového zbarvení do bledězeleného zbarvení. Ze získané hodnoty spotřeby thiosíranu sodného byla vypočtena přesná koncentrace Na₂S₂O₇.

Stanovení peroxidového čísla

Do 250 ml Erlenmayerovy baňky se zábrusem bylo naváženo přibližně 5 g vzorku olivového oleje, poté bylo přidáno 12 ml chloroformu, 15 ml kyseliny octové a míchalo se do úplného rozpuštění. Potom se přidal 1 ml nasyceného roztoku jodidu draselného a baňka se ihned uzavřela, roztok se promíchal asi 1 minutu a nechal stát 20 minut v temném místě při laboratorní teplotě (20- 25 °C).

Následně se přidalo 75 ml destilované vody, roztok se pečlivě promíchal a titroval odměrným roztokem thiosíranu sodného do změny žlutého zbarvení na téměř bezbarvé. Poté se přidal 1 ml indikátoru (škrobového mazu) a pokračovalo se v titraci do odbarvení roztoku. Souběžně se za stejných podmínek prováděl slepý pokus (bez tuku).

Peroxidové číslo bylo vypočteno podle vzorce:

$$X_p = \frac{(V - V_{\text{Slepý pokus)}) * c * 1000}{m}$$

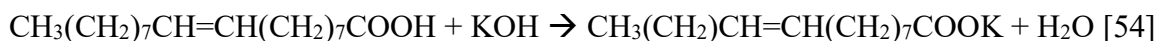
kde: **V** je objem odměrného roztoku $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_7$, **c** je jeho koncentrace a **m** je hmotnost vzorku oleje.



Obrázek 9: titrování odměrných roztokem thiosíranu sodného

8.2.2 Stanovení čísla kyselosti

Číslo kyselosti udává počet mg KOH potřebný na neutralizaci volných organických kyselin v 1 g tuku. Tuk se rozpustí v etanolu a za horka se titruje hydroxidem draselným na fenolftalein. Číslo kyselosti tuku stanoví stupeň hydrolytického štěpení tuků, resp. uvolnění mastných kyselin, ke kterému dochází při stárnutí tuků. Neutralizace volné kyseliny olejové probíhá dle rovnice:



Jako rozpouštědlo byla zvolena směs diethyletheru a ethanolu v poměru 1 : 1. Pro přípravu odměrného roztoku KOH byl použit ethanol a jako indikátor fenolftalein.

Postup:

Příprava odměrného roztoku 0,1 M KOH

Do odměrné baňky byla převedena navážka KOH, která byly rozpuštěna v ethanolu doplněném po rysku baňky.

Výpočet navážky KOH pro přípravu 1000 ml 0,1 M roztoku KOH:

$$m = c \cdot V \cdot M,$$

kde m je navážka KOH, c je koncentrace odměrného roztoku KOH, V je objem odměrného roztoku a M je molární hmotnost KOH.

Stanovení přesné koncentrace odměrného roztoku KOH

Pro přesné stanovení čísla kyselosti bylo nutné provést standardizaci odměrného roztoku KOH. Standardizace je založena na neutralizační reakci mezi kyselinou šťavelovou a odměrným roztokem KOH.

Standardizace odměrného roztoku na zásobní roztok kyseliny šťavelové

Do titrační baňky byla převedena navážka dihydrátu kyseliny šťavelové, bylo přidáno 50 ml destilované vody, 5 kapek indikátoru fenolftaleinu a vzniklý roztok byl titrován odměrným roztokem 0,1 M hydroxidu draselného do slabě růžového zbarvení, které vydrželo minimálně 15 sekund.

Stanovení čísla kyselosti

Do 250 ml Erlenmayerovy baňky bylo naváženo přibližně 5 g vzorku olivového oleje, byl přidán etanol a směs byla promíchána. Poté se přidalo několik kapek fenolftaleinu a za horka se co nejrychleji titrovalo 0,1 mol/l roztokem KOH do růžovofialového zbarvení, které vydrželo přibližně 15 s. Stanovení vzorku se provedlo ve 3 opakování. Zároveň se provedl slepý pokus, kdy se použije místo navážky vzorku stejné množství rozpouštědla.

Číslo kyselosti vypočteno podle vzorce:

$$X_k = \frac{M_{\text{KOH}} \cdot (V_{\text{KOH}} - V_{\text{Sl. pokus}}) \cdot c_{\text{KOH}}}{m_{\text{vzorek}}}$$

Vypočtené číslo kyselosti udává množství potřebného KOH k neutralizaci 1g vzorku.



Obrázek 10: Titrování roztokem KOH do růžového zbarvení

8.2.3 Kvantitativní stanovení mastných kyseliny

Pro zjištění zastoupení mastných kyselin v olejích a tucích se využívá metody plynové chromatografie. Metoda je vhodná pro běžné tuky a oleje, nepoužívá se pro tuky obsahující kyseliny s krátkým řetězcem. Plynová chromatografie methylesterů mastných kyselin je použitelná pro všechny přírodní a syntetické směsi tri-, di- a monoacylglycerolů, pro estery mastných kyselin, volné mastné kyseliny, soli mastných kyselin a ostatní směsi tuků [45, 50, 51].

Vzhledem k vysoké molekulové hmotnosti TAG a jejich následně nízké těkavosti jsou obtížně stanovitelné přímo plynovou chromatografií, a to zejména, pokud je požadována podrobná analýza nenasycených mastných kyselin. Mastné kyseliny se špatně chromatograficky stanovují (s výjimkou mastných kyselin s krátkými řetězci, např. kyselina butanová a pentanová). V praxi je proto lepší před GC vytvořit estery mastných kyselin, obvykle methylestery [50].

Vytvoření methylesterů je rozhodující fází v analýze mastných kyselin. Nekvantitativní převedení mastných kyselin na methylestery, změna struktury mastných kyselin (např. poziční a geometrické změny přítomných isomerů) a tvorba nemethylesterových artefaktů mastných kyselin, to vše může ovlivnit kvantitativní stanovení složení mastných kyselin [50].

Podstata plynové separace u GC spočívá v separaci plynů nebo látek v plynném stavu. Mobilní fázi je inertní plyn (dusík, helium). Stacionární fáze může být pevná nebo kapalná látka zakotvená na pevném nosiči. Při dělení jsou složky transportovány kolonou nosným plynem,

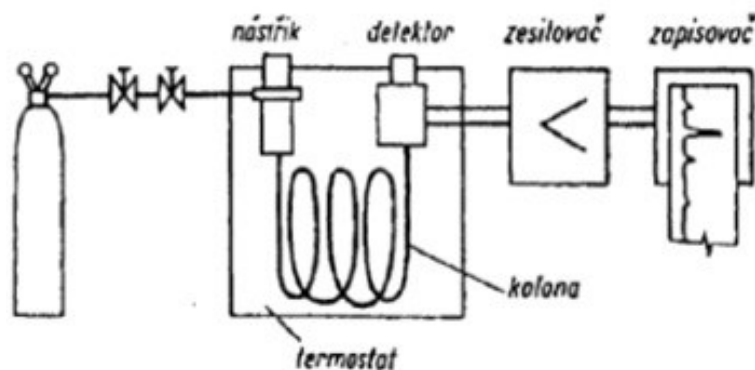
složky se rozdělí mezi nosný plyn a stacionární fázi. Na základě vzájemných interakcí dochází k více méně selektivní retenci složek vzorku na koloně a tedy i k jejich rozdílné eluci. Rozdělené složky jsou unášeny až k detektoru, kde jsou zaznamenány. Zařízení pro plynovou chromatografii neboli plynový chromatograf se skládá ze zdroje nosného plynu, dávkovacího zařízení, termostátové separační kolony, detektoru a vyhodnocovacího zařízení. Zdrojem plynné mobilní fáze a dalších pracovním plynů jsou tlakové láhve, nebo generátory plynů [48, 49].

Vzorek se vnáší do kolony nástřikovou hlavou. Je konstruována jako malá komůrka proplachovaná nosným plynem a má nezávislé termostatování. Kapalně vzorky se nastříkují injekční stříkačkou. Po propíchnutí pryžového septa je v krátkém okamžiku vzorek dávkován do nástřikové komůrky, kde vzhledem k dostatečně vysoké teplotě dojde k jeho okamžitému odpaření. Vzorek v plynné fázi je nosným plynem transportován do kolony umístěné v termostatu. Více než přesné nastavené teploty v termostatu je důležitější stabilní a dokonalé rozložení teploty v celém termostátovém prostoru [49, 52].

Kolony mohou být náplňové nebo kapilární. Náplňové kolony jsou plněné buď adsorbentem, nebo inertním nosičem smočeným zakotvenou stacionární fází. Kapilární kolony mají vnitřní povrch potažen tenkým filmem zakotvené fáze. Obvyklým materiálem pro výrobu obou typů kolon je sklo. U kapilárních kolon je dnes však sklo vytlačováno syntetickým křemenem. Křemenné kapilární kolony jsou chráněny před mechanickým poškozením vnějším polymerním polyamidovým povlakem typické hnědožluté barvy. Délka náplňových kolon se pohybuje v rozmezí od několika decimetrů do několika metrů, vnitřní průměr 3-8 mm [48].

Látky, které opouštějí kolonu, vystupují spolu s nosným plynem do detektoru. Změny fyzikálních a chemických vlastností nosného plynu podmíněné přítomností eluovaných látek vyvolávají příslušné odezvy u detektorů nejrůznější konstrukce [48].

V současné době je nejpoužívanějším detektorem v plynové chromatografii plamenový ionizační detektor. K ionizaci složek eluovaných z kolony dochází v detekčním prostoru spalováním ve vodíkovém plameni, který hoří mezi dvěma elektrodami. Při spalování se vazby organických molekul štěpí za vzniku iontů, radikálů a elektronů, které vedou mezi elektrodami elektrický proud. Velikost vniklého proudu odpovídá počtu iontů a měří se [49].



Obrázek 11: Schéma plynového chromatografu [49]

Postup:

Převedení vzorků na methylestery

Před vlastním stanovením pomocí plynového chromatografu je potřebné převést vzorky na methylestery. Nejdříve bylo nutné připravit 15%-ní methanolický roztok fluoridu boritého, který nám sloužil jako katalyzátor.

Do varné baňky byl odměřen 1 ml vzorku oleje a byly přidány 4 ml 0,5 M methanolického roztoku hydroxidu sodného. Obsah baňky se vaří pod zpětných chladičem do vymizení kapiček tuku. Poté bylo do varné baňky přidáno přes chladič 15 ml 15%-ního methanolického roztoku BF_3 , který slouží jako katalyzátor. Po dvou minutách varu bylo přes chladič přidáno 5 ml heptanu.

Po skončení varu byla baňka odstraněna ze zdroje tepla a byl odejmut chladič. Baňka se okamžitě ochladila a byly přidány 2 ml nasyceného vodného roztoku chloridu sodného. Takto vniklý roztok byl převeden do 250 ml dělicí nálevky. Varná baňka byla promyta 15 ml heptanu, obsah baňky byl převeden do dělicí nálevky k prvnímu dílu a do dělicí nálevky bylo dále přidáno 40 ml nasyceného vodného roztoku chloridu sodného. Poté došlo k oddělení heptanové fáze od vodné. Oddělená vodná fáze byla převedena do další dělicí nálevky a opět byla promyta 15 ml heptanu, poté byla nově oddělená vodná fáze odstraněna a heptanová fáze byla spojena s heptanovou fází z prvního dělení. Poté bylo přidáno 20 ml nasyceného chloridu sodného, došlo k oddělení heptanové fáze, která byla na závěr vysušena bezvodým síranem sodným.

Vysušená heptanová fáze vzorku byla převedena do 10 ml odměrné baňky, byl přidán 1 ml vnitřního standardu a baňka byla doplněna po rysku heptanem. Pro analýzu na plynovém chromatografu bylo odebráno 1,5 ml každého vzorku do vialky. Vzorky byly proměřeny za

stejných pracovních podmínek jako standardy. Každý vzorek byl proměřen dvakrát a pro potvrzení výsledků byla provedena dvě stanovení pro každý vzorek.

Kvalitativní a kvantitativní analýza mastných kyselin

Analýza mastných kyselin probíhala na plynovém chromatografu Shimadzu GC-2010 s FID detektorem, vysoce polární kolonou HP-88 Agilent Technologies 100 m x 0,25 mm s tloušťkou stacionární fáze 0,25 μm . Jako nosný plyn byl použit N_2 , splitovací poměr byl 100,0. Analýzy byly prováděny v režimu lineární rychlostí 17,8 cm/s po dobu 90 minut. Teplotní program byl 80 °C/5 min., 200 °C/30 min. a 250 °C/15 min.

Na plynovém chromatografu s FID bylo proměřeno použité rozpouštědlo, standard a jednotlivé vzorky. Vzorky byly proměřeny za stejných pracovních podmínek jako použitý standard.

Při identifikaci jednotlivých mastných kyselin ve vzorcích olejů byly porovnávány retenční časy analyzovaného vzorku s retenčními časy použitého standardu.

Kvalitativní vyhodnocení mastných bylo provedeno na základě integrace vybraných píků mastných kyselin jejichž plochy byly znormalizovány na obsah vnitřního standardu C11:0 a poté byly přepočteny na zastoupení mastných v % z celkových methylesterů mastných kyselin podle vzorce:

$$X = \frac{P_1}{\sum P} * 100$$

Kdy X je zastoupení mastné kyseliny v [%] z celkových mastných kyseliny, P_1 je plocha normalizovaného píku dané mastné kyseliny a $\sum P$ je suma všech normalizovaných píků vybraných mastných ve vzorku.

9 VÝSLEDKY A DISKUZE

Pro stanovení čísla kyselosti, peroxidového čísla a stanovení obsahu mastných kyselin byly použity celkem 4 druhy olivových olejů (Luccese, Blanqueta, Agroceta, archivní). Vybrané vzorky se lišily místem původu.

V diplomové práci byly studovány vzorky zakoupené v České tržní síti. Veškeré analyzované vzorky byly původem oblasti z Evropské unie. Všechny vzorky byly po celou dobu analýzy skladovány v podmínkách podobných jako v běžné domácnosti na temném a suchém místě při teplotách do 20 °C.

Olivový olej 1 (Luccese) a 3 (Agroceta) byly po dobu analýzy skladovány v původní skleněné nádobě tmavě zelené barvy. Vzorek 2 (Blanqueta) byl skladován v původní průhledné skleněné nádobě. Vzorek 4 (archivní) byl skladován v uzavřené plechovce a poté byl podle potřeby rozlíván do PET láhví.

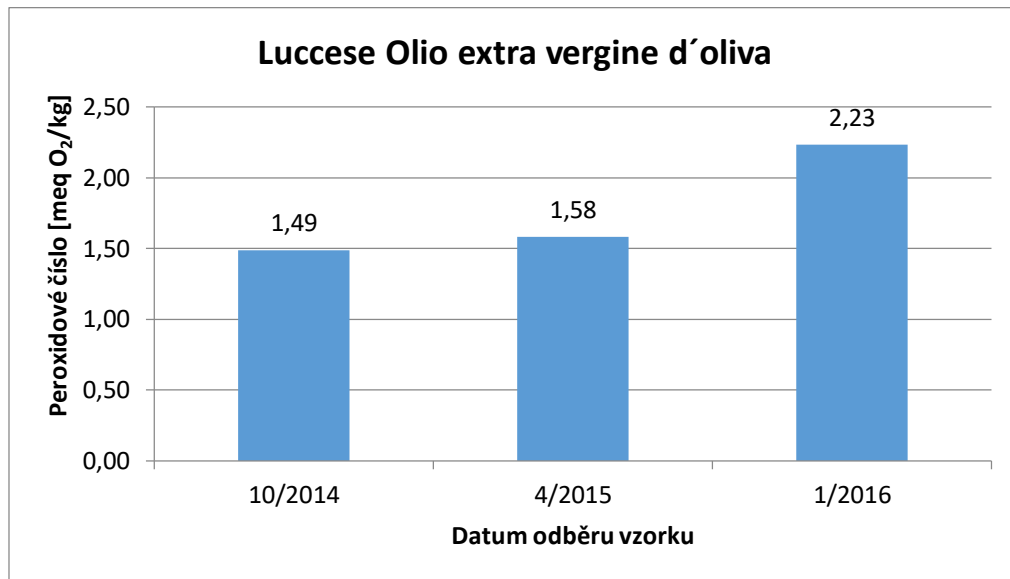
9.1 Stanovení změn peroxidového čísla

Během skladování olejů může docházet k nežádoucím změnám, jedná se o změny chemické, sensorické např. změna chuti a změny nutriční, kdy dohází k zmenšení obsahu složek prospěšných. V přítomnosti kyslíku dochází u olejů k oxidačnímu žluknutí. Stupeň oxidačního žluknutí nám udává peroxidové číslo.

Hodnota peroxidového čísla je vhodným parametrem pro měření zhoršení kvality v průběhu skladování. Období, během něhož se hodnota peroxidů prudce zvyšuje, znamená, že se olej zhoršil.

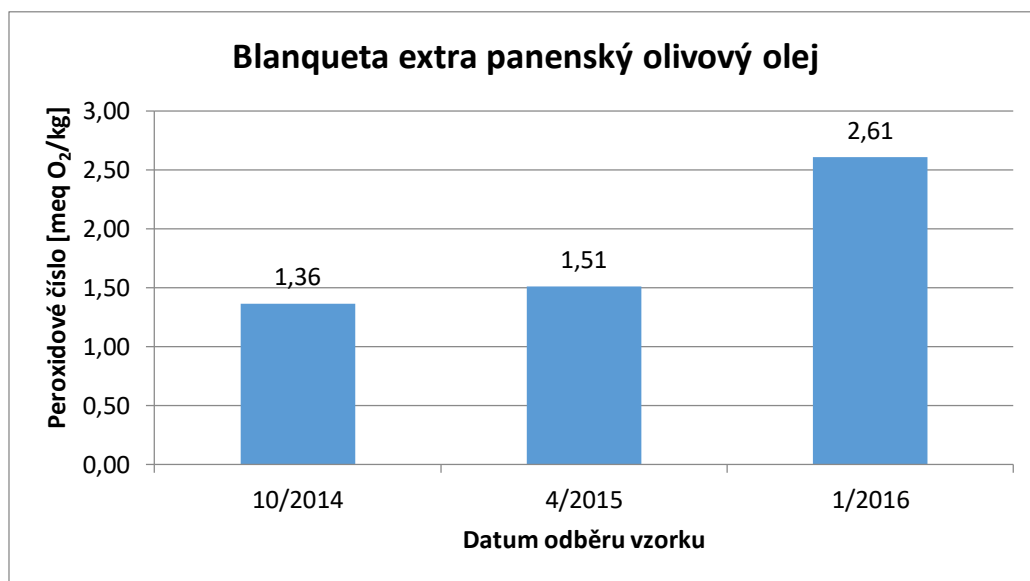
Stanovení peroxidového čísla bylo provedeno dle postupu práce uvedeného v kapitole 8.2.1. U každého vzorku bylo peroxidové číslo stanovené celkem 3 krát a z těchto hodnot byla vypočtena průměrná hodnota. Hodnoty peroxidového čísla a jejich změny během skladování jsou pro jednotlivé oleje znázorněny v grafech 1 - 4.

U oleje 1 **Luccese Olio extra vergine d'oliva** došlo mezi prvním a druhým stanovení pouze k minimálnímu zvýšení peroxidového čísla z 1,49 na 1,58 meq O₂/kg. K výraznému zvýšení hodnot došlo mezi druhým a třetím hodnocení z 1,58 na 2,23 meq O₂/kg. Celkově představoval nárůst od začátku měření 50 %.



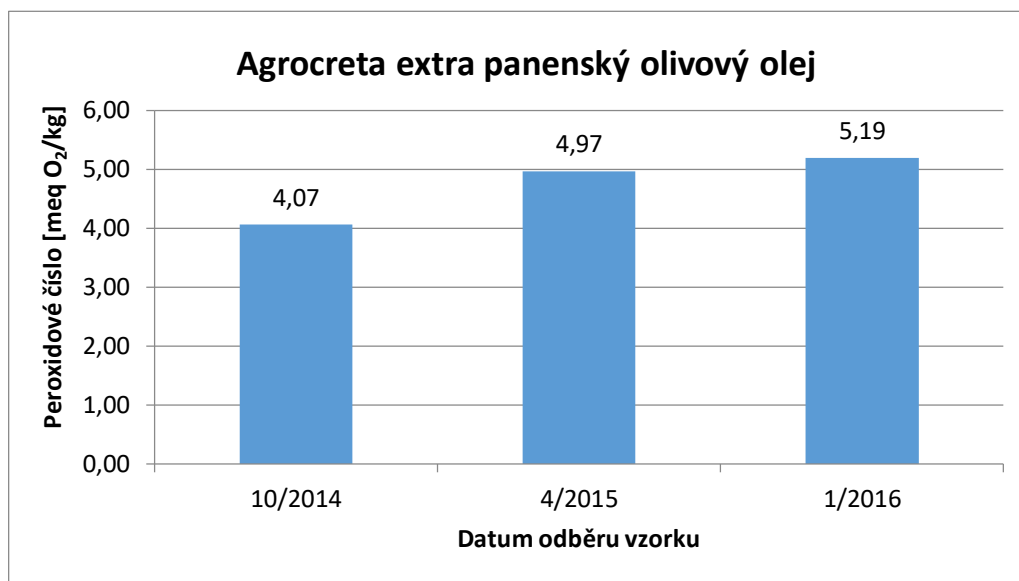
Graf 1: Grafické znázornění obsahu změny peroxidového čísla u vzorku 1

U oleje 2 **Blanqueta extra panenský olivový olej** došlo rovněž jako u prvního oleje pouze k pozvolnému zvýšení mezi prvním a druhým stanovení pouze k minimálnímu zvýšení peroxidového čísla z 1,36 na 1,51 meq O₂/kg. Ke skokovému zvýšení došlo opět mezi druhým a třetím stanovení z hodnoty 1,58 na 2,61 meq O₂/kg. Celkově došlo ke zvýšení peroxidového čísla o 91 %. Naměřené hodnoty v porovnání s ostatními oleji jsou překvapující, jelikož olej byl uchováván v průhledné skleněné nádobě, kdy hodnoty mohly být ovlivněny intenzitou slunečního záření.



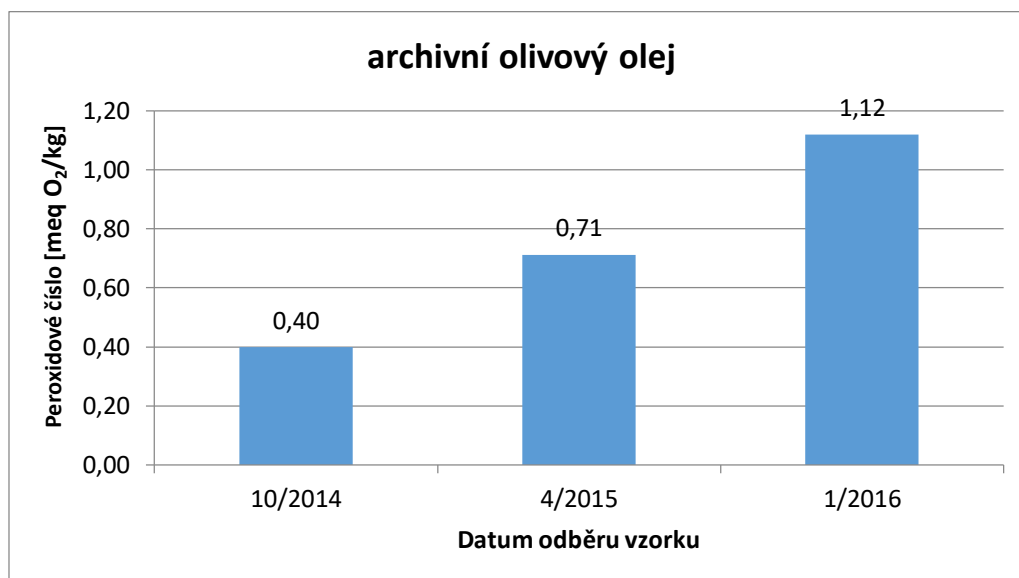
Graf 2: Grafické znázornění obsahu změny peroxidového čísla u vzorku 2

U oleje 3 **Agrocreta extra panenský olivový olej** byl větší nárůst mezi prvním a druhým měřením ze 4,07 na 4,97 meq O₂/kg. Mezi druhým a třetím měření došlo k pouze pozvolnému zvýšení peroxidového čísla ze 4,97 na 5,19 meq O₂/kg. Celkově byl zaznamenán růst peroxidového čísla pouze o 28 %. U tohoto oleje došlo k nejmenšímu nárůstu peroxidového čísla s porovnáním s ostatními oleji, zato hodnota peroxidového čísla několikanásobně převyšuje hodnoty ostatních olejů.



Graf 3: Grafické znázornění obsahu změny peroxidového čísla u vzorku 3

U oleje 4 **Archivní olivový olej** byl větší nárůst mezi prvním a druhým měřením z 0,40 na 0,71 meq O₂/kg. Z druhého ke třetímu měření došlo k pouze pozvolnému zvýšení peroxidového čísla z 0,71 na 1,12 meq O₂/kg. Celkově byl zaznamenán růst peroxidového čísla o 181 %. Hodnota peroxidového čísla byla nejmenší z naměřených hodnot ostatních olejů, zato dochází k největšímu nárůstu peroxidového čísla. Nárůst můžeme přičíst nekvalitnímu obalu, ve kterém je tento olivový olej skladován.



Graf 4: Grafické znázornění obsahu změny peroxidového čísla u vzorku 4

Podle nařízení EU 299/2013 je stanovena maximální hodnota peroxidového čísla pro extra panenský olivový olej ≤ 20 meq O₂/ kg, pro olivový olej z pokrutin je tato hodnota ≤ 15 meq O₂/ kg. Ve vyhlášce Ministerstva zemědělství č. 90/2000 je uvedena hodnota peroxidového čísla, která platí obecně pro všechny tuky a oleje, tato hodnota činí maximálně 10,0 meq O₂/kg a hodnota pro oleje lisované za studena činí maximálně 15,0 meq O₂/kg [60].

Dle uváděných hodnot v nařízení a vyhlášce nebyla žádná hodnota analyzovaných olejů překročena. Nejvyšších hodnot 5,19 meq O₂/ kg dosahoval olej 3 Agrocreta extra panenský olivový olej.

9.2 Stanovení změn čísla kyselosti

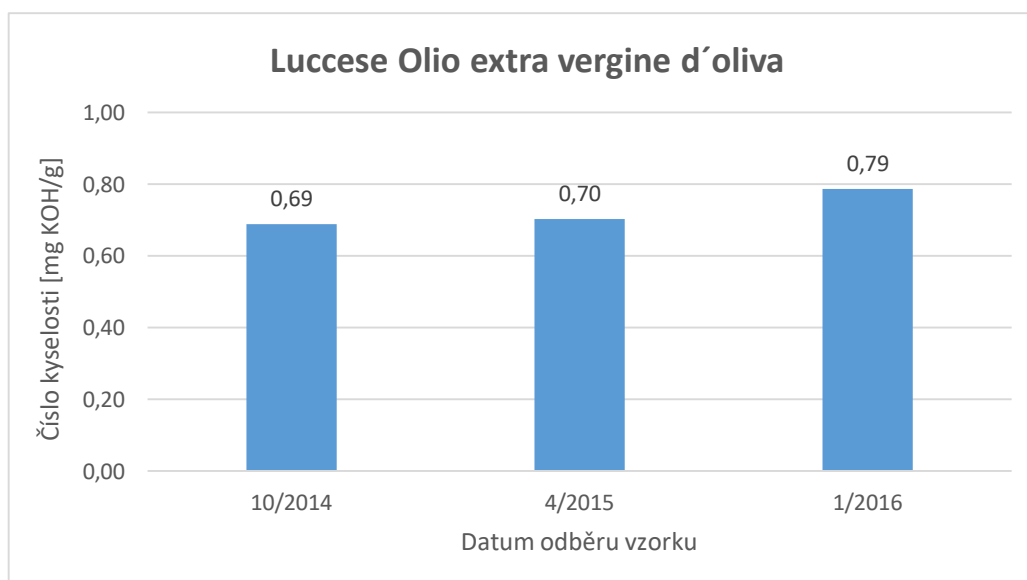
Kyselost (acidita) je důležitý ukazatel kvality extra panenských olivových olejů. Uvádí se v procentech a vyjadřuje maximální podíl volných mastných kyselin v olivovém oleji. Extra panenské olivové oleje by měly mít kyselost do 0,8 %, a neměly by přesáhnout hranici 2 %. Na hodnotu čísla kyselosti může mít vliv již sklizeň, kdy při špatném zacházení, skladování nebo napadení škůdci může docházet k porušení povrchu olivy, kdy dochází k narušení buněčných stěn plodu a chemické reakci vody a triglyceridů, při níž dochází k jejich štěpení a uvolňování mastných kyselin. Ukazatel kyselosti má vypovídající hodnotu pouze u nerafinovaných olivových olejů, neboť při rafinaci dochází k chemickému snížení hodnot kyselosti oleje.

Kyselost oleje má negativní vliv na žluknutí a oxidaci oleje, čím vyšší hodnoty, tím dochází k vyšší oxidaci a stárnutí oleje.

Stanovení čísla kyselosti bylo provedeno dle postupu práce uvedeného v kapitole 8.2.2. U každého vzorku bylo peroxidové číslo stanovené celkem 3 krát a z těchto hodnot byla vypočtena průměrná hodnota.

U oleje 1 **Luccese Olio extra vergine d'oliva** došlo mezi prvním a druhým stanovení pouze k minimálnímu zvýšení čísla kyselosti z 0,69 na 0,70 mg KOH/g. K výraznějším zvýšení hodnot došlo mezi druhým a třetím hodnocení z 0,70 na 0,79 mg KOH/g. Celkově představoval nárůst od začátku měření pouze 14 %.

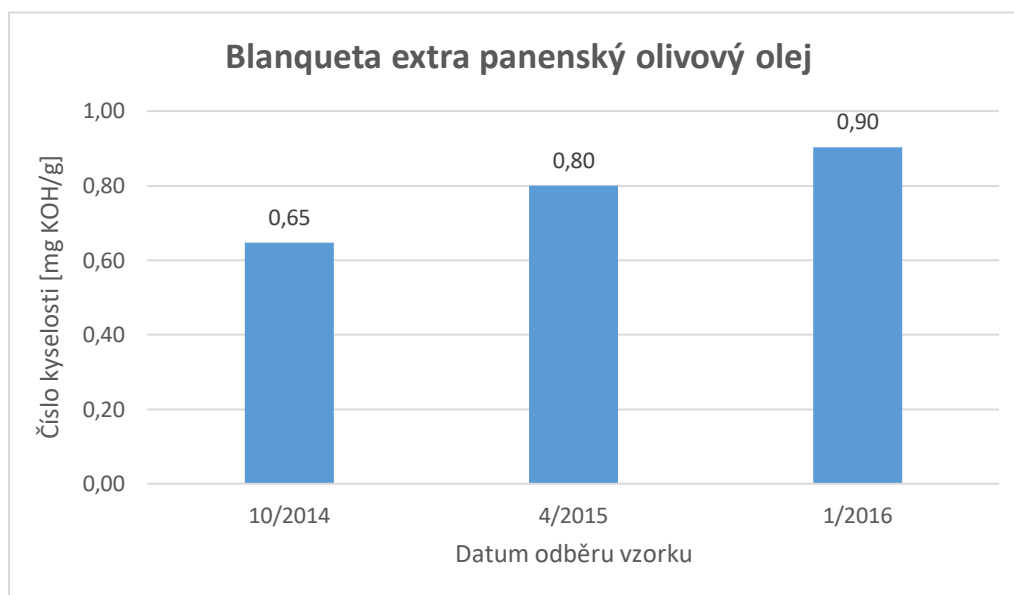
Celkově byly u tohoto oleje zaznamenány nejlepší výsledky. Hodnoty při prvním měření a zároveň posledním měření nepřekročily hranici 0,8 %.



Graf 5: Grafické znázornění obsahu změny čísla kyselosti u vzorku 1

U oleje 2 **Blanqueta extra panenský olivový olej** byl nárůst čísla kyselosti mezi jednotlivými měřeními pozvolný. Od prvního měření ke třetímu došlo ke zvýšení čísla kyselosti z hodnot 0,65 na 0,90 mg KOH/g. Celkově představoval nárůst od začátku měření 40 %.

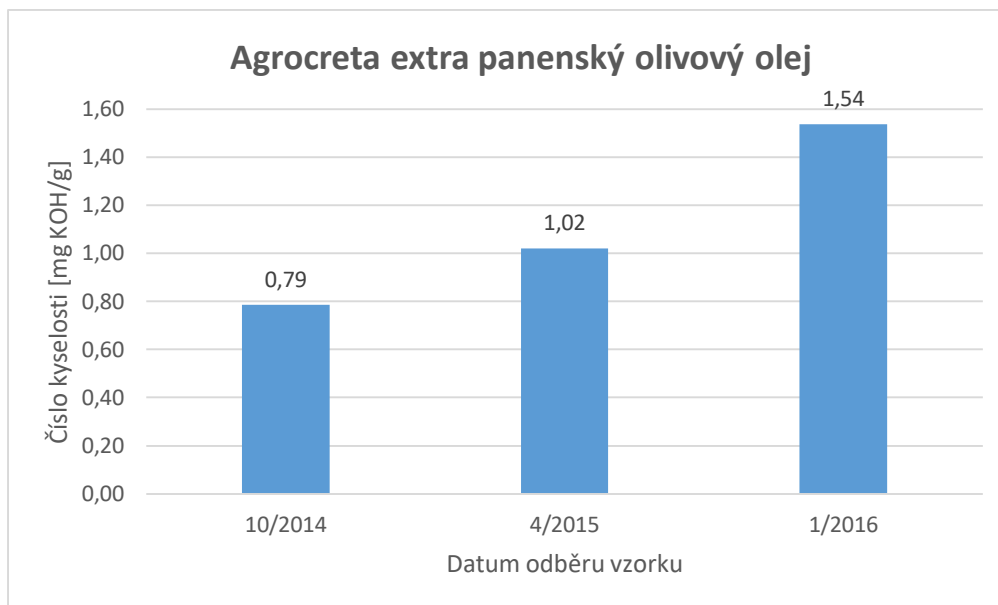
Hodnoty při prvním měření stejně jako u prvního oleje dosahují hodnot lepších než 0,8 %. Na rozdíl ale od prvního vzorku došlo v průběhu skladování k výraznějšímu zvýšení. Hodnoty při druhém a třetím měření již překračují hranici 0,8 %. Přesto se jedná o druhý nejlepší olej. Vyšší hodnoty čísla kyselosti mohou být také přisuzovány průhlednému skleněnému obalu.



Graf 6: Grafické znázornění obsahu změny čísla kyselosti u vzorku 2

U oleje č. 3 **Agrocreta extra panenský olivový olej** došlo k menšímu zvýšení hodnot mezi prvním a druhým měření z 0,79 na 1,02 mg KOH/g. K výraznějšímu zvýšení došlo hlavně mezi druhým a třetím měření z hodnot 1,02 na 1,54 mg KOH/g. Celková změna čísla kyselosti od začátku měření byla 96 %.

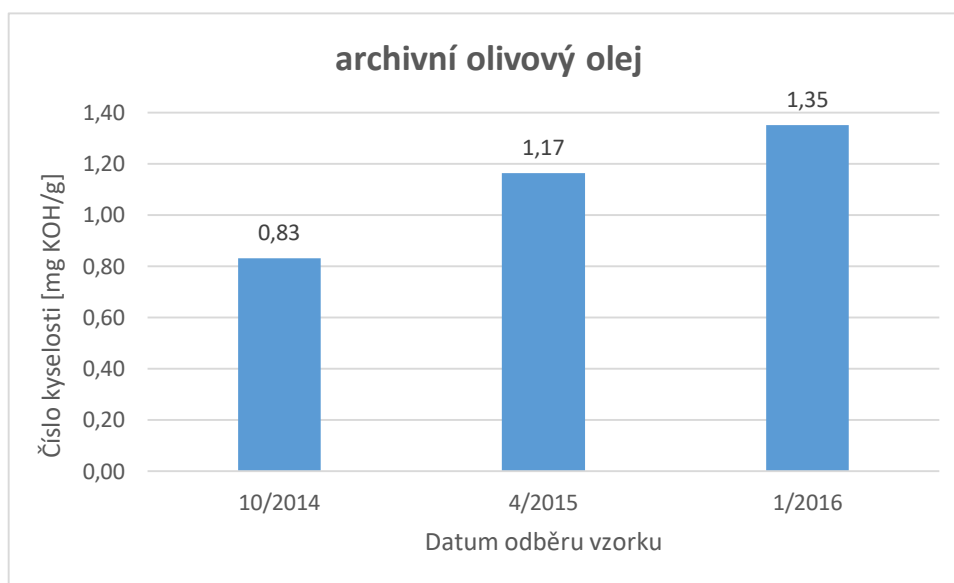
Hodnoty při prvním měření stejně jako u prvního a druhého oleje dosahují hodnot lepších než 0,8 %. Hodnoty čísla kyselosti při druhém a třetím měření již přesahují 1 mg KOH/g. Z hlediska hodnocení kvality, když vezmeme v úvahu také hodnoty peroxidového čísla, se jedná o nejhůře hodnocený olivový olej. Tento olivový olej obsahoval prokazatelně nejvyšší množství volných mastných kyselin, což mohlo zapříčinit méně šetrné zpracování plodů olivovníku, nebo špatné skladování oliv a následně olivového oleje. U tohoto oleje zřejmě došlo k hlubšímu oxidačnímu žluknutí.



Graf 7: Grafické znázornění obsahu změny čísla kyselosti u vzorku 3

U oleje 4 **Archivní olivový olej** došlo k pozvolnému zvyšování mezi jednotlivými měřeními. Mezi prvním a druhým měření došlo ke zvýšení z hodnoty 0,83 na hodnotu 1,17 mg KOH/g. Mezi druhým a třetím došlo ke změně z čísla 1,17 na 1,35 mg KOH/g. Celkově hodnota čísla kyselosti stoupla o 62 %.

Olivový olej označovaný jako archivní měl na počátku měření nejhorší hodnotu čísla kyselosti přesahující hranici 0,8 %. Stejně jako u třetího hodnoceného oleje přesahují u druhého a třetího hodnocení čísla větší než 1 mg KOH/g. Vyšší hodnoty můžeme rovněž jako i u peroxidového čísla přičíst polyethylenovému obalu, ve kterém byl zkoumaný olej skladován.



Graf 8: Grafické znázornění obsahu změny čísla kyselosti u vzorku 4

Špičkové olivové oleje leckdy dosahují hodnot, které se pohybují mezi 0,3 a 0,4 %, těchto hodnot žádný ze zkoumaných olejů nedosáhl. Panenské olivové oleje by neměly přesahovat hodnoty 2 % a vyšší. Všechny zkoumané olivové oleje hodnot 2 % nedosahovaly. Pro srovnání čísla kyselosti v olivových olejích byl využit zdroj [61], kde se studie zabývala fyzikálními a chemickými charakteristikami olivových olejů z albánských odrůd. Pro stanovení bylo využito 9 různých olivových olejů. Všechny oleje obsahovaly množství volných mastných kyselin v rozmezí od 0,58 do 1,31 %. Výsledky můžeme považovat za srovnatelné.

9.3 Kvantitativní zastoupení mastných kyselin

Stanovení zastoupení mastných kyselin bylo provedeno dle postupu práce uvedeného v kapitole 8.2.3. Každý vzorek oleje byl analyzován 3 x a z těchto hodnot byly vypočteny statistické charakteristiky.

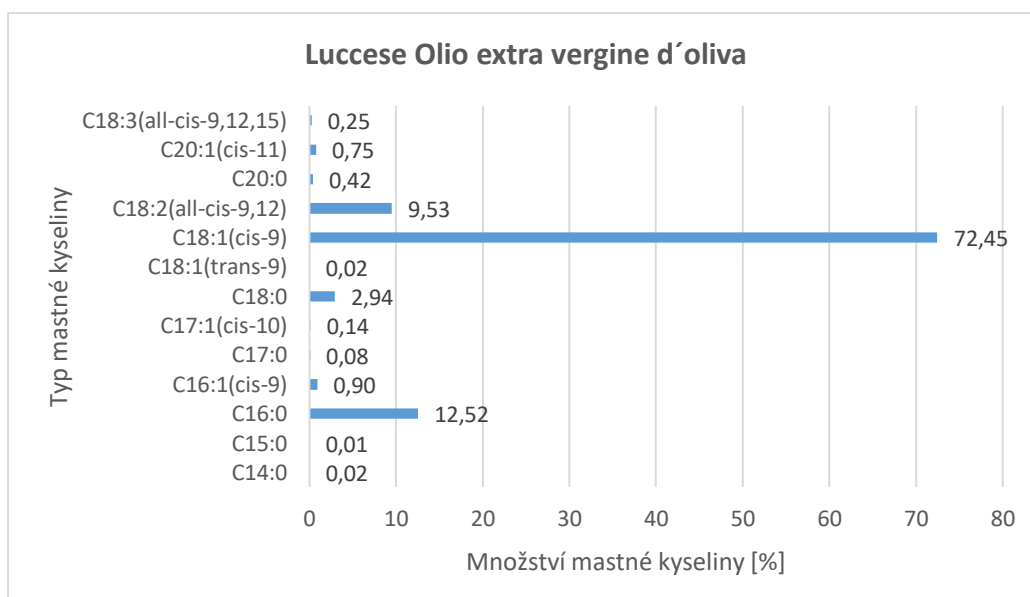
Hodnoty jednotlivých mastných kyselin jsou uváděny jako procentuální podíl z celkových mastných kyselin.

U olivových olej bylo detekováno celkem 14 mastných kyselin. Zastoupení druhů mastných kyselin bylo u všech analyzovaných vzorků téměř totožné. Pouze olej Luccese Olio extra vergine d'oliva obsahoval v menší míře kyselinu pentadekanovou (C 15:0) a Blanqueta extra panenský olivový olej obsahoval v malém množství kyselinu laurovou (C 12:0).

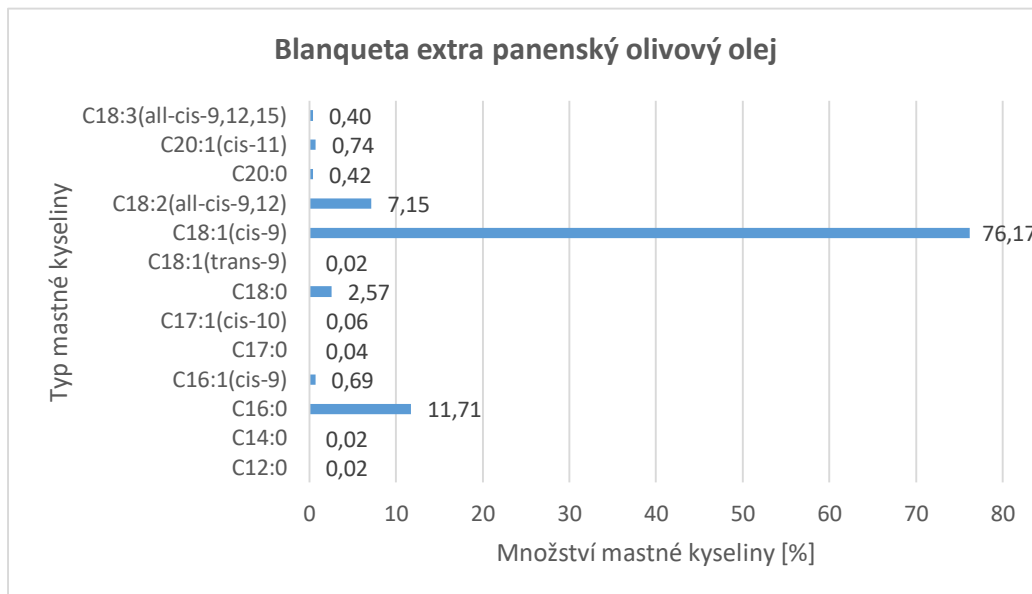
Mezi hlavní mastné kyseliny se zařadila kyselina olejová (C18:1 cis-9), která ve všech olivových olejích tvořila největší část. U všech vzorků přesahovala hranici 70 %. Největší množství bylo zaznamenáno u oleje 2 Blanqueta extra panenský olivový olej. Dále kyselina palmitová (C16:0), kyselina linolová (C18:2 all cis- 9,12) a kyselina stearová (C18:0). Tyto kyseliny patří mezi hlavní mastné kyseliny, které se vyskytují v olivových olejích.

V menších množstvích byla detekována kyselina heptanová, heptadecenová, arachová, gondová a kyselina palmitoolejová. Přesto, že jsou tyto kyseliny zastoupeny v menší míře, hrají důležitou roli při charakterizaci kultivarů.

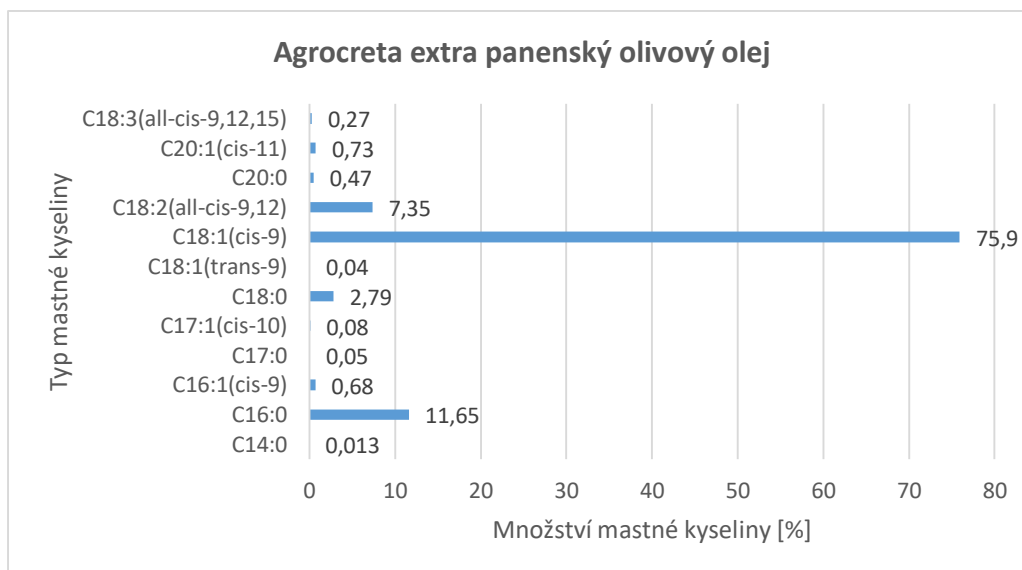
Procentuální zastoupení jednotlivých mastných kyselin pro jednotlivé olivové oleje při prvním měření je uvedeno v grafech 9 - 12.



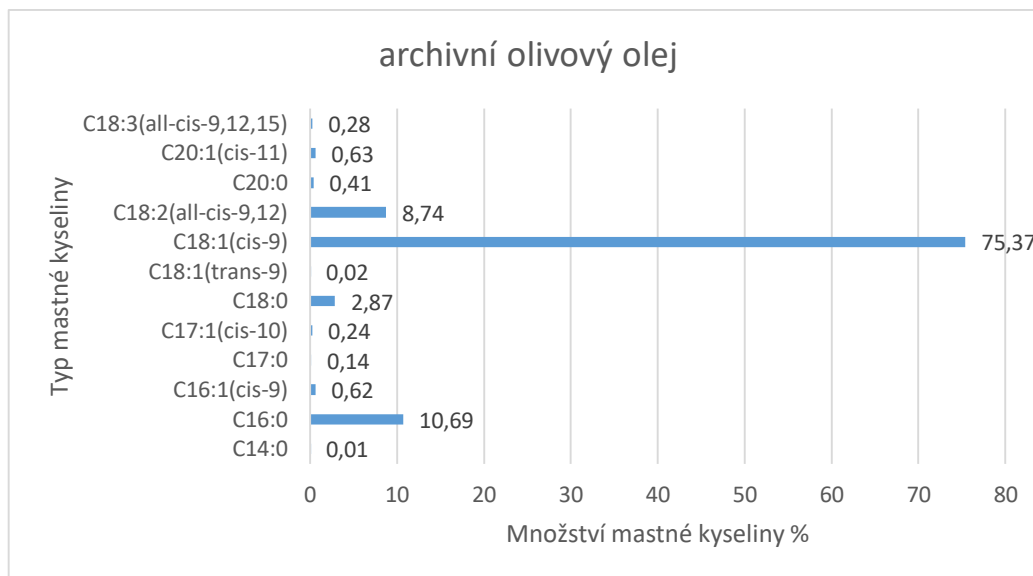
Graf 9: Grafické znázornění zastoupení mastných kyselin u oleje 1



Graf 10: Grafické znázornění zastoupení mastných kyselin u oleje 2



Graf 11: Grafické znázornění zastoupení mastných kyselin u oleje 3



Graf 12: Grafické znázornění zastoupení mastných kyselin u oleje 4

Bylo provedeno porovnání procentuální zastoupení mastných kyselin ve zkoumaných olivových olejích s Vyhláškou Ministerstva zemědělství ze dne 30. března 2000, kterou se mění vyhláška Ministerstva zemědělství č. 328/1997 Sb., kterou se provádí § 18 písm. a), d), h), i), j) a k) zákona č. 110/1997 Sb., o potravinách a tabákových výrobcích a o změně a doplnění některých souvisejících zákonů, pro mléko a mléčné výrobky, zmrzliny a mražené krémy a jedlé tuky a oleje.

Tabulka 2 : Zastoupení mastných kyselin v olivovém oleji dle vyhlášky Mze [56]

Mastná kyselina	Zastoupení [%]
C 12:0	ND
C 14:0	ND - 1,0
C 16:0	7,5 - 20,0
C 16:1	0,3 - 3,5
C 17:0	ND - 0,5
C 17:1	ND - 0,6
C 18:0	0,5 - 5,0
C 18:1	55,0 - 83,0
C 18:2	3,5 - 21,0
C 18:3	ND - 1,5
C 20:0	ND - 0,8
C 20:1	ND
C 20:2	ND
C 22:0	ND - 0,3
C 22:1	ND
C 22:2	ND
C 24:0	ND - 1,0

Naše výsledky potvrzují doporučené hodnoty množství a zastoupení mastných kyselin, které uvádí zdroj [56]. Navíc bylo v olejích zjištěno menší množství kyseliny laurové, pentadekanové a gondové. Naměřená množství kyseliny laurové a pentadekanové byly stopové. Vyšší výskyt byl naměřen u kyseliny gondové a pohyboval se v množství okolo 0,7 %.

V extra panenském oleji jsou legislativně dle Nařízení Komise (EHS) č. 2568/91 ze dne 11. července 1991 o charakteristikách olivového oleje a olivového oleje z pokrutin a o příslušných metodách analýzy stanoveny maximální hodnoty pro kyselinu myristovou, linolenovou, arachidovou, eikosanovou, behenovou a lignocerovou.

Tabulka 3 : Maximální množství mastných kyselin v extra panenském olivovém oleji [57]

Extra panenský olivový olej - název kyseliny	Množství mastné kyseliny [%]
Myristová	0,1
Linolenová	0,9
Arachidová	0,7
Eikosanová	0,5
Behenová	0,3
Lignocerová	0,5

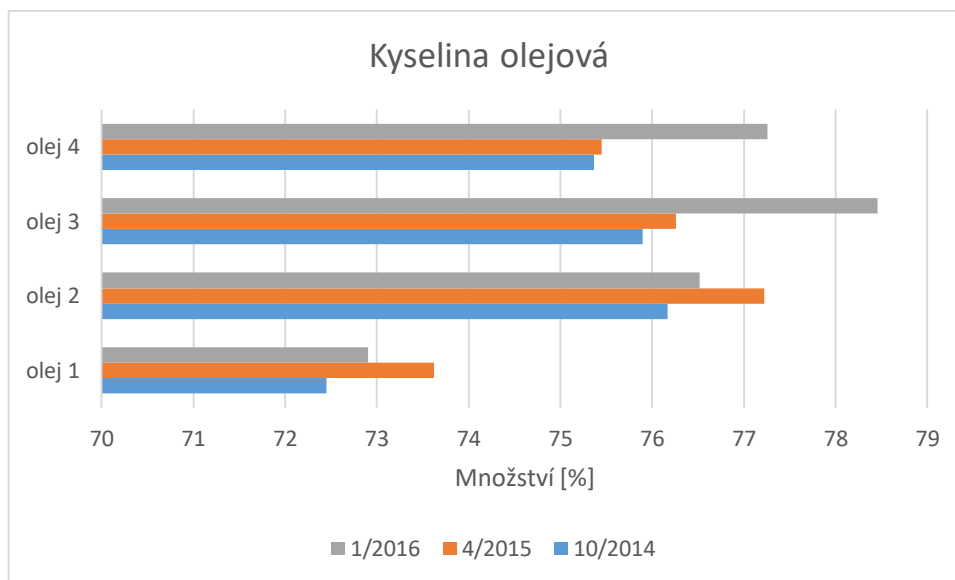
Bylo provedeno porovnání limitovaných mastných kyselin analyzovaných olejů se zdrojem [57]. Kyselina myristová nedosahovala hranici 0,1 % u žádného olivového oleje, rovněž hranice 0,9 % pro kyselinu linolenovou nebyla překročena. Nejbližší hranici 0,5 % se přiblížilo množství kyseliny eikosanové, kdy analyzované vzorky obsahovaly průměrné množství okolo 0,4 %. Kyselina behenová a lignocerová nebyla ve vzorcích detekována.

Byly zhodnoceny jednotlivé skupiny mastných kyselin (SAFA, MUFA, PUFA), nejvýznamnější skupinou ve všech analyzovaných olejích byly mononenasyčené mastné kyseliny, které hlavně díky kyselině olejové dosahovaly hodnot kolem 75 %. Druhou skupinou byly nasyčené mastné kyseliny a třetí polynenasycené s nejvýznamnějším zástupcem kyselinou linolovou. Dle zdroje [58] by se zastoupení SAFA mělo pohybovat v rozmezí 8 - 25 %, MUFA 55 - 85 % a PUFA 4 - 20 %.

Tabulka 4 : Procentuální zastoupení jednotlivých skupin mastných kyselin

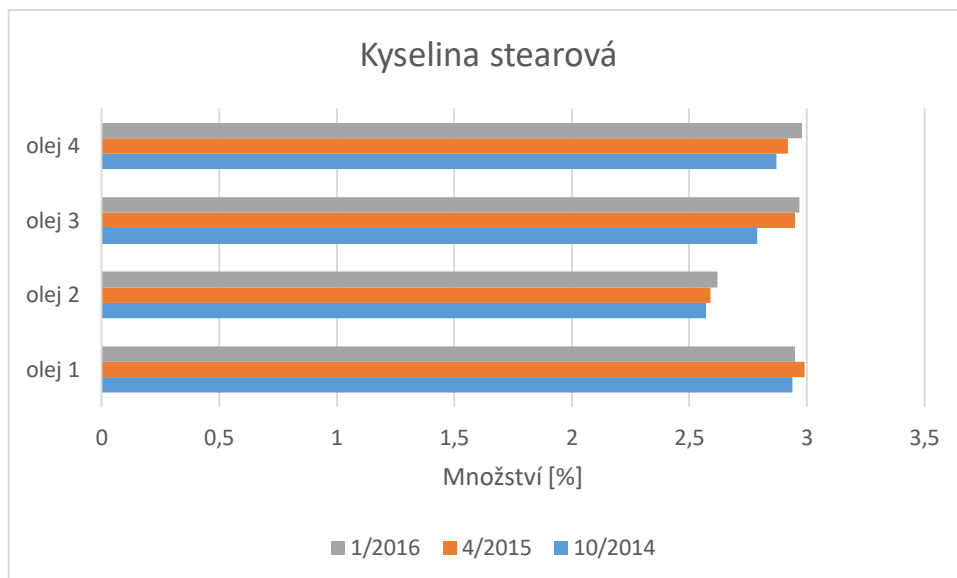
Olivový olej	Σ SAFA [%]	Σ MUFA [%]	Σ PUFA [%]
Luccese Olio extra vergine d'oliva	15,99	74,29	9,78
Blanqueta extra panenský olivový olej	14,78	77,68	7,55
Agrocreta extra panenský olivový olej	14,97	77,43	7,62
archivní olivový olej	14,12	76,88	9,02

V průběhu skladování byly pozorovány změny koncentrace mastných kyselin a bylo provedeno porovnání těch nejvýznamnějších, které se v olivových olejích vyskytly. Jednalo se o kyselinu olejovou, palmitovou, stearovou a kyselinu linolovou. Změny jsou zaznamenány v grafech 13 - 16.



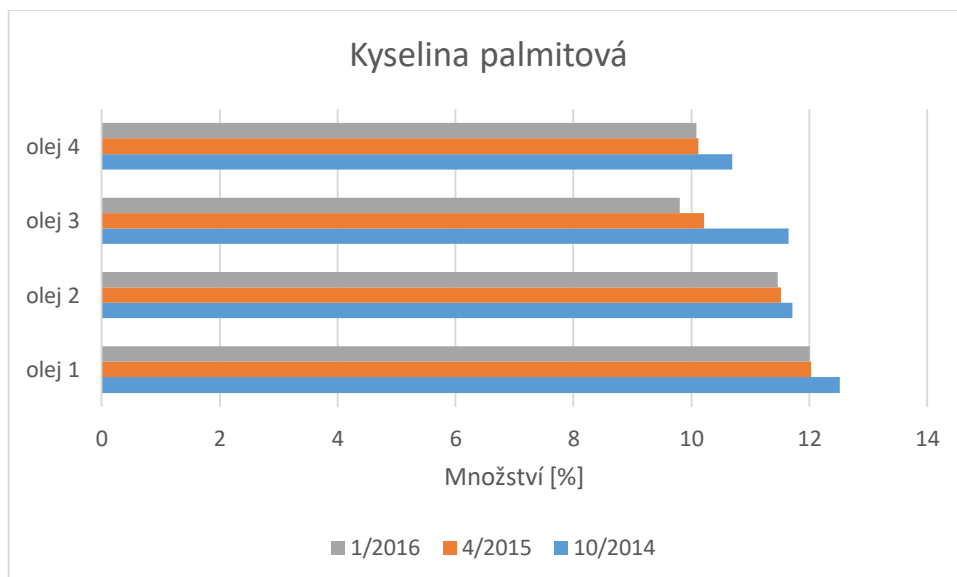
Graf 13: Procentuální změny kyseliny olejové

U olivového oleje 1 Luccese Olio extra vergine d'oliva a oleje 2 Blanqueta extra panenský olivový olej vykazovala kyselina olejová u druhého měření vzrůstající trend, při dalším měření její obsah klesl. Oproti tomu u oleje 3 Agrocreta extra panenský olivový olej (ze 75,90 na 78,46 %) a oleje 4 archivní olivový olej množství kyseliny olejové rostlo (ze 75,37 na 77,26 %). U obou olejů došlo k větším změnám mezi druhým a třetím měření.



Graf 14: Procentuální změny kyseliny stearové

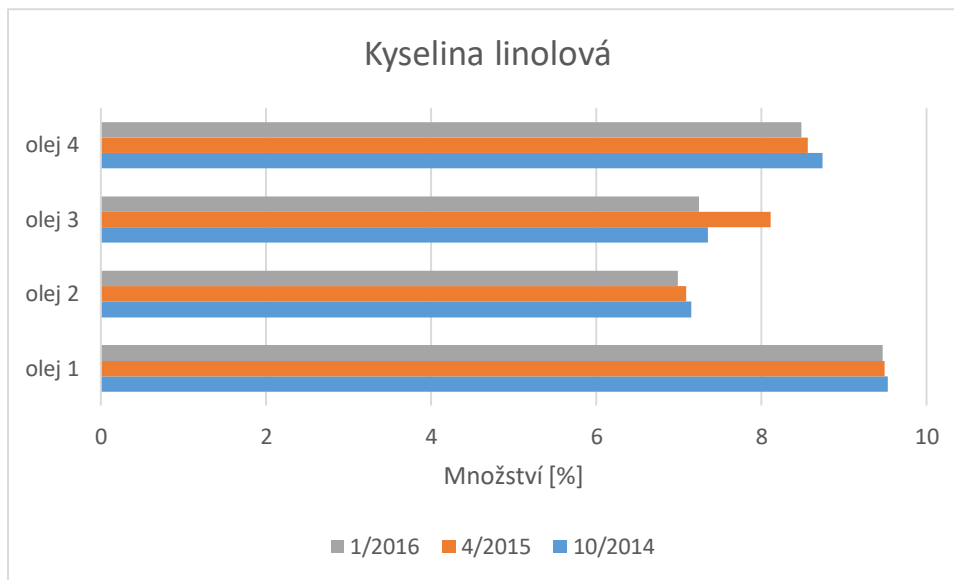
Procentuální zastoupení kyseliny stearové během skladování průběžně rostlo, pouze u oleje 1 Luccese Olio extra vergine d'oliva došlo během druhého stanovení ke zvýšení a při třetím stanovení ke snížení množství kyseliny stearové. Celkově došlo ke zvýšení u oleje 1 pouze o 0,01 %, u oleje 2 Blanqueta extra panenský olivový olej k nárůstu o 0,05 %, u oleje 3 Agrocreta extra panenský olivový olej došlo k největšímu nárůstu o 0,18 % a oleje 4 archivní olivový olej o 0,11 %.



Graf 15: Procentuální změny kyseliny palmitové

Ve všech 4 vzorcích oleje došlo v průběhu skladování k poklesu kyseliny palmitové. K největšímu skoku došlo u olivového oleje 3 Agrocreta extra panenský olivový olej mezi prvním

a druhým stanovení, kdy kyselina palmitová poklesla o 1,44 %, další pokles byl pouze o 0,41 %. Celkově došlo ke snížení u oleje 1 o 0,06 %, u oleje 2 Blanqueta extra panenský olivový olej o 0,16 % a oleje 4 archivní olivový olej o 0,16 %.



Graf 16: Procentuální změny kyseliny linolové

U kyseliny linolové došlo k vyššímu výkyvu mezi prvním a druhým měření u oleje 3 Agrocetra extra panenský olivový olej a to o 0,76 %. U ostatních olejů došlo pouze mírnému snížení množství kyseliny linolové.

Ze získaných výsledků z vlastní analýzy bylo provedeno porovnání změn množství mastných kyselin olivového oleje v průběhu skladování se zdrojem [59]. Tato studie byla zaměřena na zkoumání vývoje mastných kyselin a složení olivových olejů extrahovaných z různých oliv pěstovaných v oblasti Kalábrie. Tato studie sledovala profil devíti olivových kultur, během skladování po dobu tří let. Stanovení profilu mastných kyselin probíhalo pomocí plynové chromatografie. Vývoj kyseliny olejové a kyseliny stearové vykazoval vzrůstající trend v šesti analyzovaných olejích, naproti tomu kyselina palmitová a kyselina linolová vykazovala pokles ve všech analyzovaných vzorcích. Výsledky této studie s výsledky vlastní analýzy jsou srovnatelné.

ZÁVĚR

Na základě stanovených cílů, metodických postupů a vyhodnocení chemických analýz olejů Luccese Olio extra vergine d'oliva, Blanqueta extra panenský olivový olej, Agrocreta extra panenský olivový olej, archivní olivový olej jsme dospěli k následujícím závěrům:

U peroxidového čísla bylo zjištěno

- K minimálnímu zvýšení došlo u oleje u Luccese Olio extra vergine d'oliva (1,49 na 1,58 mmol/kg), v průběhu prvního půl roku, v následujícím období došlo až k 50 % nárůstu.
- U Blanqueta extra panenský olivový olej během prvního půl roku nedošlo k významnému nárůstu (1,36 na 1,51 meq O₂/kg), po tomto období nastal prudký vzestup až o 91 %.
- Agrocreta extra panenský olivový olej vykazoval první půl rok vyšší nárůst (4,07 na 4,970 meq O₂/kg) v následujícím roce pak došlo k mírnému nárůstu, u tohoto oleje došlo k nejmenšímu nárůstu peroxidového čísla oproti všem sledovaným olejům.
- U archivního olivového oleje bylo naměřeno nejnižší peroxidové číslo, avšak v průběhu skladování došlo k jeho prudkému nárůstu až o 180 %.

Kyselost jednotlivých olejů v průběhu skladování:

- Během celého skladování prokazoval Luccese Olio extra vergine d'oliva nejlepší hodnoty čísla kyselosti, nárůst v prvním půlroce byl minimální a i celkový nárůst byl pouze 14 %.
- U Blanqueta extra panenský olivový olej došlo mezi jednotlivými měřeními k pozvolnému nárůstu. Celkově se hodnota od prvního měření zvýšila o 40 %.
- Agrocreta extra panenský olivový olej vykazoval ze zkoumaných olejů nejhorší výsledky, kdy hodnoty dosahovaly až 1,54 mg KOH/g. Rovněž došlo k největšímu zvětšení hodnot při posledním měření, a to o 96 %.
- Archivní olivový olej měl na počátku měření nejvyšší hodnoty čísla kyselosti (0,8 mg KOH/g). Další nárůst byl pozvolný.

U obsahu mastných kyselin byly zjištěny následující hodnoty. Ve všech vzorcích dosahovala nejvyšších hodnot kyselina olejová rozpětí 72,45-76,17 %, druhou mastnou kyselinou byla kyselina palmitová (10,65-12,52 %), následovaná kyselina linolová (7,15-9,53 %) a kyselina

stearová (2,57-2,94 %). Zastoupení mastných kyselin odpovídá přibližnému procentuálnímu množství, které nám udává vyhláška Ministerstva zemědělství.

Zastoupení mononenasycených kyselin v olivových olejích se pohybovalo kolem 75 %, oleje dále obsahovaly nasycené mastné kyseliny o množství 15 % a polynenasycené mastné kyseliny kolem 8 %.

V diplomové práci byly zhodnoceny změny mastných kyselin během skladování u kyseliny olejové, palmitové, linolové a stearové. Vývoj kyseliny olejové a kyseliny stearové během skladování vykazoval vzrůstající trend, naopak množství kyseliny palmitové a linolové pokleslo. Tyto výsledky jsou srovnatelné s ostatními studiemi.

Největší výkyvy kyseliny olejové byly zaznamenány u Agrocreta extra panenský olivový olej, kdy došlo ke zvýšení o 3,3 %, poté u archivního oleje o 2,5 %, u ostatních olejů nedošlo k významnějším změnám. U kyseliny palmitové došlo rovněž k největším změnám u Agrocreta extra panenský olivový olej, kdy došlo ke snížení až o 15 %. U ostatních olejů došlo u kyseliny palmitové k poklesu přibližně o 4 %. Nejmenší změny byly zaznamenány u kyseliny linolové, kdy došlo ke snížení v průměru o 1,8 %. K největšímu zvýšení kyseliny stearové o 6,5 % došlo u Agrocreta extra panenský olivový olej.

Ze stanovení peroxidového čísla, čísla kyselosti a změn množství mastných kyselin lze usoudit, že nejméně stabilní je Agrocreta extra panenský olivový olej. Naopak prvenství zaujal olivový olej Luccese Olio extra vergine d'oliva.

Z výsledků tohoto experimentu je patrné, že při skladování olivového oleje dochází ke změnám jak peroxidového čísla, tak i čísla kyselosti. Pro zamezení zbytečných změn během skladování je důležité skladovat oleje v nepropustných, nejlépe skleněných tmavých obalech, nebo plechovkách uložených v suchých, tmavých a chladných prostorách.

SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

- [1] ALBOT, Geoff. *Specialty Oils and Fats in Food and Nutrition: Properties, Processing and Application*. Woodhead publishing, 2015. ISBN 978-1-78242-376-8.20.
- [2] BOSKOU, D., Salvatore CAMPOSEO a Bernardo DE GENNARO. Olive oil. *Food Research International* [online]. 2014, **62**, 1062-1068. DOI: 10.1016/B978-1-78242-376-8.00001-6. ISBN 10.1016/B978-1-78242-376-8.00001-6. ISSN 09639969. Dostupné z: <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/B9781782423768000016>
- [3] Původ a historie pěstování oliv [online]. Dostupné z: <http://www.cretanoliveoil-export.com/history.htm>.
- [4] SMITH, Nathan P. *Flowering plants of the Neotropics*. Princeton: Princeton University Press, published in association with The New York Botanical Garden, c2004. ISBN 0691116946.
- [5] Plans for a future: eart plans people. Dostupné z : <http://www.pfaf.org/user/Plant.aspx?LatinName=Olea+europaea> [online].
- [6] SHAPIRO, Leo. *Olea europaea. EOL: Encyclopedia of live* [online]. Dostupné z: http://eol.org/data_objects/19142165.
- [7] GRAU, Jürke, Reinhard JUNG a Bertram MÜNKER. *Bobulovitě, užitkové a léčivé rostliny*. Praha: Knižní klub, 1996. Průvodce přírodou (Knižní klub). ISBN 80-7176-369-1.
- [8] RODRIGUES, Francisca, Filipa B. PIMENTEL a M. Beatriz P.P. OLIVEIRA. Olive by-products: Challenge application in cosmetic industry. *Industrial Crops and Products* [online]. 2015, **70**, 116-124 [cit. 2017-03-25]. DOI: 10.1016/j.indcrop.2015.03.027. ISSN 09266690.
- [9] Uses of olives and olive oil [online]. Dostupné z: <http://www.olivemuseum.com/olive-oil-nutrition.html>
- [10] CARRALAFUENTE, Elena León. Diabetes in society: The health benefits of olive oil. *Diabetes Voic* [online]. 36-38
- [11] Chemistry and quality of olive oil. Primefact [online]. 2009 Dostupné z: http://www.dpi.nsw.gov.au/__data/assets/pdf_file/0003/87168/pf227-Chemistry-and-quality-of-olive-oil.pdf.
- [12] DALMIA, Avinash a George PERKINS. *Olive oil reference book*. PerkinElmer For the better, 2014.

- [13] KORBELÁŘ, Jaroslav a Zdeněk ENDRIS. Naše rostliny v lékařství. 7. vyd. Ilustroval Jindřich KREJČA. Praha: Avicenum, 1990.
- [14] BOSKOU, Dimitrios. Olive oil: chemistry and technology. 2nd ed. Champaign, Ill.: AOCS Press, 2006. ISBN 9781893997882.
- [15] APARICIO, Ramón a John L. HARWOOD. Handbook of olive oil: analysis and properties. Second edition. ISBN 978-1-4614-7776-1.
- [16] POSPÍŠIL, František. Rostlinná výroba tropů a subtropů I.: Olejniný tropů a subtropů. Státní pedagogické nakladatelství.
- [17] FROHN, Birgit. Olivový olej a přírodní léčba: léčení nemocí a mírnění zdravotních potíží silou olivového oleje: receptář zdravé kuchyně. Olomouc: Fontána, 2002. ISBN 80-7336-016-0.
- [18] Olivový olej a další oleje. Přeložil Kateřina BLAHOVÁ. Praha: Sun, 2011. Užitečné rady. ISBN 978-80-7371-351-5.
- [19] OREY, Cal. Zázračná síla olivového oleje: účinky přírodního prostředku s desítkami receptů: olivový olej v kuchyni pro krásu a zdraví. Praha: Ikar, 2009. ISBN 978-80-249-1228-8.
- [20] PERI, C. *The extra virgin olive oil handbook*, 2014. ISBN 978-1-118-46045-0.
- [21] VELÍŠEK, Jan. Chemie potravin. Tábor: OSSIS, 1999. ISBN 80-902391-3-7.
- [22] KOTSIU, Kali a Maria TASIOULA-MARGARI. Monitoring the phenolic compounds of Greek extra-virgin olive oils during storage. Food Chemistry [online]. 2016, 200, 255-262. DOI: 10.1016/j.foodchem.2015.12.090. ISSN 03088146.
- [23] KORIFI, R., J. PLARD, Y. LE DRÉAU, C. RÉBUFA, D.N. RUTLEDGE a N. DUPUY. Highlighting metabolic indicators of olive oil during storage by the AComDim method. Food Chemistry [online]. 2016, 203, 104-116. DOI: 10.1016/j.foodchem.2016.01.137. ISSN 03088146.
- [24] PISCOPO, Amalia a Marco POI. Packaging and Storage of Olive Oil. Olive Germplasm - The Olive Cultivation, Table Olive and Olive Oil Industry in Italy [online]. InTech, 2012. DOI: 10.5772/51827. ISBN 978-953-51-0883-2.
- [25] RAFFO, Antonio, Remo BUCCI, Antonio D'ALOISE a Gianni PASTORE. Combined effects of reduced malaxation oxygen levels and storage time on extra-virgin olive oil volatiles investigated by a novel chemometric approach. Food Chemistry [online]. 2015, 182, 257-267. DOI: 10.1016/j.foodchem.2015.02.128. ISSN 03088146.

- [26] KOIDIS, Anastasios a Dimitrios BOSKOU. Virgin Olive Oil. Processing and Impact on Active Components in Food [online]. Elsevier, 2015, s. 267. DOI: 10.1016/B978-0-12-404699-3.00032-9. ISBN 9780124046993.
- [27] DOULA, Maria K., Jose Luis MORENO-ORTEGO, Federico TINIVELLA, Vassilis J. INGLEZAKIS, Apostolos SARRIS a Konstantinos KOMNITSAS. Olive mill waste: recent advances for the sustainable development of olive oil industry. Olive Mill Waste [online]. Elsevier, 2017, s. 29. DOI: 10.1016/B978-0-12-805314-0.00002-9. ISBN 9780128053140.
- [28] PÉREZ-RODRIGO, C. a J. ARANCETA. Olive Oil: Its Role in the Diet. Encyclopedia of Food and Health [online]. Elsevier, 2016, s. 158. DOI: 10.1016/B978-0-12-384947-2.00502-X. ISBN 9780123849533.
- [29] CALABRISO, Nadia, Egeria SCODITTI, Mariangela PELLEGRINO a Maria ANNUNZIATA CARLUCCIO. Olive Oil. The Mediterranean Diet. Elsevier, 2015, s. 135. DOI: 10.1016/B978-0-12-407849-9.00013-0. ISBN 9780124078499.
- [30] BUBOLA, Karolina Brkić a Olivera KOPRIVNJAK. Influence of Filtration on Composition of Olive Oils. Processing and Impact on Active Components in Food [online]. Elsevier, 2015, s. 259. DOI: 10.1016/B978-0-12-404699-3.00031-7. ISBN 9780124046993.
- [31] OLIVERAS-LÓPEZ, María-Jesús, Genoveva BERNÁ, Enrique JURADO-RUIZ, Herminia LÓPEZ-GARCÍA DE LA SERRANA a Franz MARTÍN. Consumption of extra-virgin olive oil rich in phenolic compounds has beneficial antioxidant effects in healthy human adults. Journal of Functional Foods [online]. 2014, 10, 475-484. DOI: 10.1016/j.jff.2014.07.013. ISSN 17564646.
- [32] LOPEZ, Sergio, Beatriz BERMUDEZ, Sergio MONTSERRAT-DE LA PAZ, Sara JARAMILLO, Lourdes M. VARELA, Almudena ORTEGA-GOMEZ, Rocio ABIA a Francisco J.G. MURIANA. Membrane composition and dynamics: A target of bioactive virgin olive oil constituents. Biochimica et Biophysica Acta (BBA) - Biomembranes [online]. 2014, 1838(6), 1638-1656. DOI: 10.1016/j.bbamem.2014.01.007. ISSN 00052736.
- [33] WATERMAN, Emily a Brian LOCKWOOD. Active Components and Clinical Applications of Olive Oil. Alternative Medicine Review [online]. 2007, (number 4), 331-342
- [34] FAROOQUI, Akhlaq A. Beneficial Effects of Extra Virgin Olive Oil (n-9 Fatty Acids) on Neurological Disorders. Phytochemicals, Signal Transduction, and Neurological Disorders [online]. New York, NY: Springer New York, 2012, s. 31. DOI: 10.1007/978-1-4614-3804-5_2. ISBN 978-1-4614-3803-8.

- [35] Olivovník [online]. [cit. 2017-04-17]. Dostupné z: <https://leporelo.info/olivovnik-1>.
- [36] Prováděcí nařízení komise (EU) č. 29/2012 ze dne 13. ledna 2012 o obchodních normách pro olivový olej [online]. Dostupné z: <http://eur-lex.europa.eu/legal-content/CS/TXT/PDF/?uri=CELEX:32012R0029&from=CS>.
- [37] KAILIS, S.G. Olives. Encyclopedia of Applied Plant Sciences [online]. Elsevier, 2017, s. 236. DOI: 10.1016/B978-0-12-394807-6.00183-0. ISBN 9780123948083.
- [38] KALOGEROPOULOS, Nick a Andriana C. KALIORA. Effect of Fruit Maturity on Olive Oil Phenolic Composition and Antioxidant Capacity. Olive and Olive Oil Bioactive Constituents [online]. Elsevier, 2015, s. 123. DOI: 10.1016/B978-1-63067-041-2.50011-2. ISBN 9781630670412.
- [39] IOB Israel Olive Bond: Olive Oil in Folk Medicine. Dostupné z: <https://israelolivebond.com> [online].
- [40] SALEK, Richardos Nikolaos, Iva BUREŠOVÁ, Stanislav KRÁČMAR, Eva LORENCOVÁ, Ludmila ZÁLEŠÁKOVÁ a Vikendra DABASH. Evaluation of selected physicochemical parameters of extra virgin olive oil commercialized in the Czech market and stored during a period of 5 months. *Potravinářstvo* [online]. 2017, **11**(1), DOI: 10.5219/823. ISSN 1337-0960. Dostupné z: <http://www.potravinarstvo.com/journal1/index.php/potravinarstvo/article/view/823>.
- [41] *Mechanical Harvesting of California Table Olives* [online]. Dostupné z: <http://ucanr.edu/sites/mecholive/>.
- [42] GHARBY, Said, Hicham HARHAR, Bertrand MATTHÄUS, Zakia BOUZOUBAA a Zoubida CHARROUF. The chemical parameters and oxidative resistance to heat treatment of refined and extra virgin Moroccan Picholine olive oil. *Journal of Taibah University for Science*. 2016, **10**(1), 100-106. DOI: 10.1016/j.jtusci.2015.05.004. ISSN 16583655. Dostupné z: <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S165836551500103X>.
- [43] LEDVINA, Miroslav a Alena STOKLASOVÁ. *Kompendium středoškolské chemie: vhodné pro přípravu k maturitám a k přijímacím zkouškám na vysoké školy*. Olomouc: Votobia, 1997. ISBN 80-7198-191-5.
- [44] KOTLÍK, Bohumír a Květoslava RŮŽIČKOVÁ. *Chemie v kostce*. Havlíčkův Brod: Fragment, 1997. ISBN 80-7200-057-8.
- [45] DAVÍDEK, Jiří. *Laboratorní příručka analýzy potravin*. Praha: SNTL, 1977.

- [46] KODÍČEK, Milan, Olga VALENTOVÁ a Radovan HYNEK. *Biochemie: chemický pohled na biologický svět*. Praha: Vysoká škola chemicko-technologická v Praze, 2015. ISBN 978-80-7080-927-3.
- [47] KUBAČKOVÁ, Jana. *Chemie a toxikologie potravin*. Ostrava: Ostravská univerzita v Ostravě, 2014. ISBN 978-80-7464-598-3.
- [48] KRÍŽEK, Martin a Jan ŠÍMA. *Analytická chemie*. České Budějovice: Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích, Zemědělská fakulta, 2015. ISBN 978-80-7394-486-5.
- [49] PRAUS, Petr a Jiřina VONTOROVÁ. *Analytická chemie II*. Ostrava: VŠB - Technická univerzita Ostrava, 2015. ISBN 978-80-248-3734-5.
- [50] ČSN EN ISO 12966-1 (588767) Živočišné a rostlinné tuky a oleje - Plynová chromatografie (veřejně přístupný náhled). [Http://www.technicke-normy-csn.cz/588767-csn-en-iso-12966-1_4_97811.html](http://www.technicke-normy-csn.cz/588767-csn-en-iso-12966-1_4_97811.html)[online].
- [51] KISELEV, Igor' Jakovlevič a J. I. JAŠIN. *Adsorpční plynová a kapalinová chromatografie*. Praha, 1988.
- [52] SMOLKOVÁ, Eva a Ladislav FELTL. *Analýza látek v plynném stavu*. Praha: SNTL - Nakladatelství technické literatury, 1991. ISBN 80-03-00604-X.
- [53] PLÍHALOVÁ, Lucie. *Chemie pro biology II*. 2. rozšířené vydání. Olomouc: Univerzita Palackého v Olomouci, 2017. Skripta. ISBN 978-80-244-5179-4.
- [54] KLECKEROVÁ, Andrea. *Chemie potravin: laboratorní cvičení*. Brno: Mendelova univerzita v Brně, 2014. ISBN 978-80-7509-170-3.
- [55] PEČIVOVÁ, Markéta a Thi Thu Huong NGUYEN. *Biochemická cvičení*. Ústí nad Labem: Univerzita J.E. Purkyně v Ústí nad Labem, Přírodovědecká fakulta, 2010. ISBN 978-80-7414-223-9.
- [56] Vyhláška Ministerstva zemědělství ze dne 30. března 2000, kterou se mění vyhláška Ministerstva zemědělství č. 328/1997 Sb., kterou se provádí § 18 písm. a), d), h), i), j) a k) zákona č. 110/1997 Sb., o potravinách a tabákových výrobcích a o změně a doplnění některých souvisejících zákonů, pro mléko a mléčné výrobky, zmrzliny a mražené krémy a jedlé tuky a oleje.
- [57] Nařízení Komise (EHS) č. 2568/91 ze dne 11. července 1991 o charakteristikách olivového oleje a olivového oleje z pokrutin a o příslušných metodách analýzy. In: . Dostupné také z: <http://eur-lex.europa.eu/legal-content/CS/TXT/?uri=CELEX:01991R2568-20161204>.

- [58] KOMPRDA, Tomáš., 2003. Výživa člověka. Brno, skripta MZLU.
- [59] OIANA, Marco a Antonio MINCIONE. Fatty acids evolution and composition of olive oils extracted from different olive cultivars grown in Calabrian area. *Grasas y Aceites* [online]. 2004, 55(3), DOI: 10.3989/gya.2004.v55.i3.190. ISSN 1988-4214. Dostupné z: <http://grasasyaceites.revistas.csic.es/index.php/grasasyaceites/article/view/190/190>.
- [60] Nařízení komise (EU) č. 299/2013 ze dne 26. března 2013, kterým se mění nařízení (EHS) č. 2568/91 o charakteristikách olivového oleje a olivového oleje z pokrutin a o příslušných metodách analýzy. Dostupné z: <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2013:090:FULL:CS:PDF>.
- [61] MUÇO, Marinela, Anila KOPALI a Lumturi MUÇO. Physical and chemical characteristics of olive oils from autochthonous albanian olive varieties. *Journal of Hygienic Engineering and Design.*, dostupné z: <http://www.jhed.mk/filemanager/JHED%20Vol.%2012/02.%20FQS/05.%20Marinela%20Mu%C3%A7o.pdf>.
- [62] O'BRIEN, Richard D. *Fats and oils: formulating and processing for applications*. 2nd ed. Boca Raton, Fla.: CRC Press, 2004, 592 p. ISBN 0-8493-1599-9.

SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK

DDD	denní doporučená dávka
LDL	nízkodenzitní lipoprotein
HDL	vysokodenzitní lipoprotein
FFA	volné mastné kyseliny
tj.	to jest
EU	Evropská unie
PET	polyethylentereftalát.
ČR	Česká republika
např.	například
GC	plynová chromatografie
TAG	triacylglycerol
PČ	peroxidové číslo
Mze	Ministerstvo zemědělství
ND	nedetekováno
SAFA	nasyčené mastné kyseliny
MUFA	mononenasyčené mastné kyseliny
PUFA	polynenasycené mastné kyseliny
mg	miligram
kg	kilogram
mm	milimetr
nm	nanometr
UV	ultrafialový

SEZNAM OBRÁZKŮ

Obrázek 1: Změny barev při zrání olivových plodů [3]	16
Obrázek 2: Olivovník evropský [35].....	17
Obrázek 3: Využití olivového oleje v historii [39]	20
Obrázek 4: Chemická struktura kyseliny olejové [46]	25
Obrázek 5: chemická struktura oleuropeinu [46].....	28
Obrázek 6: Sklizeň oliv pomocí mechanického stroje [41].....	31
Obrázek 7: Průmyslové skladování olivového oleje [17].....	35
Obrázek 8: Analyzované olivové oleje.....	41
Obrázek 9: titrování odměrných roztokem thiosíranu sodného	43
Obrázek 10: Titrování roztokem KOH do růžového zbarvení	45
Obrázek 11: Schéma plynové chromatografie [49]	47

SEZNAM TABULEK

<i>Tabulka 1:</i> Kyselost olivových olejů [23]	22
<i>Tabulka 2 :</i> Zastoupení mastných kyselin v olivovém oleji dle vyhlášky Mze [56].....	60
<i>Tabulka 3 :</i> Max. množství mastných kyselin v extra panenském olivovém oleji [57]	61
<i>Tabulka 4 :</i> Procentuální zastoupení jednotlivých skupin mastných kyselin	61

SEZNAM GRAFŮ

<i>Graf 1:</i> Grafické znázornění obsahu změny peroxidového čísla u vzorku 1	50
<i>Graf 2:</i> Grafické znázornění obsahu změny peroxidového čísla u vzorku 2	50
<i>Graf 3:</i> Grafické znázornění obsahu změny peroxidového čísla u vzorku 3	51
<i>Graf 4:</i> Grafické znázornění obsahu změny peroxidového čísla u vzorku 4	52
<i>Graf 5:</i> Grafické znázornění obsahu změny čísla kyselosti u vzorku 1	53
<i>Graf 6:</i> Grafické znázornění obsahu změny čísla kyselosti u vzorku 2	54
<i>Graf 7:</i> Grafické znázornění obsahu změny čísla kyselosti u vzorku 3	55
<i>Graf 8:</i> Grafické znázornění obsahu změny čísla kyselosti u vzorku 4	56
<i>Graf 9:</i> Grafické znázornění zastoupení mastných kyselin u oleje 1	57
<i>Graf 10:</i> Grafické znázornění zastoupení mastných kyselin u oleje 2	58
<i>Graf 11:</i> Grafické znázornění zastoupení mastných kyselin u oleje 3	58
<i>Graf 12:</i> Grafické znázornění zastoupení mastných kyselin u oleje 4	59
<i>Graf 13:</i> Procentuální změny kyseliny olejové	62
<i>Graf 14:</i> Procentuální změny kyseliny stearové	63
<i>Graf 15:</i> Procentuální změny kyseliny palmitové	63
<i>Graf 16:</i> Procentuální změny kyseliny linolové	64