



# VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

## FAKULTA CHEMICKÁ

FACULTY OF CHEMISTRY

## ÚSTAV CHEMIE POTRAVIN A BIOTECHNOLOGIÍ

INSTITUTE OF FOOD SCIENCE AND BIOTECHNOLOGY

## MODERNÍ ROSTLINNÉ OLEJE VYUŽITELNÉ V POTRAVINÁŘSTVÍ A KOSMETICE

MODERN VEGETABLE OILS USEFUL IN FOOD AND COSMETICS

### BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

BACHELOR'S THESIS

### AUTOR PRÁCE

AUTHOR

Kateřina Plachtová

### VEDOUCÍ PRÁCE

SUPERVISOR

Ing. Jana Zemanová, Ph.D.

BRNO 2020

## Zadání bakalářské práce

Číslo práce: FCH-BAK1581/2019 Akademický rok: 2019/20  
Ústav: Ústav chemie potravin a biotechnologií  
Studentka: **Kateřina Plachtová**  
Studijní program: Chemie a technologie potravin  
Studijní obor: Potravinářská chemie  
Vedoucí práce: **Ing. Jana Zemanová, Ph.D.**

### Název bakalářské práce:

Moderní rostlinné oleje využitelné v potravinářství a kosmetice

### Zadání bakalářské práce:

- Zpracujte literární přehled dané problematiky:
  - přehled významných olejů, aktuálně využívaných v potravinářství, farmacii a kosmetice
  - bližší specifikace vybraného oleje – jeho charakteristika, složení a vlastnosti s ohledem na oblasti použití
  - jakostní charakteristiky a přehled analytických metod vhodných pro posouzení kvality oleje
- Proveďte charakterizaci oleje za využití zvolených metod.
- Výsledky vyhodnoťte a interpretejte.

### Termín odevzdání bakalářské práce: 31.7.2020:

Bakalářská práce se odevzdává v děkanem stanoveném počtu exemplářů na sekretariát ústavu. Toto zadání je součástí bakalářské práce.

-----  
Kateřina Plachtová  
student(ka)

-----  
Ing. Jana Zemanová, Ph.D.  
vedoucí práce

-----  
prof. RNDr. Ivana Márová, CSc.  
vedoucí ústavu

V Brně dne 31.1.2020

-----  
prof. Ing. Martin Weiter, Ph.D.  
děkan

## **ABSTRAKT**

Cílem této bakalářské práce bylo zpracovat literární přehled problematiky aktuálně využívaných rostlinných olejů v potravinářství, kosmetice a farmacii z hlediska vlivu na lidské zdraví a jejich rozmanitému použití a blíže specifikovat dva vybrané moderní oleje, které jsou v současné době předmětem zkoumání jejich využití ve zmíněných odvětvích. Vybranými moderními oleji byly olej mrkvový a olej malinový. Byla vypracována literární rešerše zabývající se těmito oleji z pohledu jejich složení, vlastností a využití v potravinářství, kosmetice a farmacii.

V experimentální části jsou stanoveny základní tukové charakteristiky obou olejů: číslo kyselosti, číslo zmydlnění, esterové číslo, jodové číslo a peroxidové číslo. Dále byly v těchto olejích identifikovány a kvantifikovány mastné kyseliny metodou plynové chromatografie s plamenově-ionizačním detektorem. Mastné kyseliny byly stanoveny jako metylestery. Derivatizace byla provedena bazickou esterifikací metanolickým roztokem hydroxidu draselného.

V závěru byly vybrané oleje navzájem porovnány z hlediska tukových charakteristik a obsahu mastných kyselin. Stanovený obsah mastných kyselin byl také porovnán s literárními zdroji.

## **ABSTRACT**

The aim of this Bachelor's thesis was to make a literary research of currently most used vegetable oils in food technology, cosmetics and pharmaceuticals focusing on health benefits, possibilities of use. Two selected modern vegetable oils were specified that are currently a subject of research in respective fields. The selected modern oils were carrot seed oil and raspberry seed oil. A literary recherche was drawn up dealing with these oils from the perspective of their composition, characteristics, properties and use in food technology, cosmetics and pharmaceuticals.

In the experimental part of the thesis the fatty characteristics of carrot seed oil and raspberry seed oil were determined: acid value, saponification value, ester number, iodine value, peroxide value. Also fatty acids present in the oils were identified and quantified using gas chromatography with flame ionization detector. Fatty acids were analysed as their methylesters. Derivatization was performed by alkaline esterification using methanolic solution of potassium hydroxide.

In conclusion, selected oils were compared in terms of fatty characteristics and fatty acid profiles. Fatty acid composition was also compared to fatty acid composition found in literature sources.

## **KLÍČOVÁ SLOVA**

Rostlinné oleje, mrkvový olej, malinový olej, tukové charakteristiky, profil mastných kyselin

## **KEYWORDS**

Vegetable oils, carrot seed oil, raspberry seed oil, fatty characteristics, fatty acid profile

## CITACE

PLACHTOVÁ, Kateřina. *Moderní rostlinné oleje využitelné v potravinářství a kosmetice*. Brno, 2020. Dostupné také z: <https://www.vutbr.cz/studenti/zav-prace/detail/124027>.  
Bakalářská práce. Vysoké učení technické v Brně, Fakulta chemická, Ústav chemie potravin a biotechnologií. Vedoucí práce Jana Zemanová.

## PROHLÁŠENÍ

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

.....  
podpis studenta

### *Poděkování:*

*Ráda bych tímto poděkovala paní Ing. Janě Zemanové, Ph.D. za cenné rady a věnovaný čas při zpracování bakalářské práce. Dále bych chtěla poděkovat také paní doc. Ing. Evě Vítové, Ph.D. za pomoc při praktické práci v laboratoři.*

## OBSAH

1. ÚVOD.....	7
2. TEORETICKÁ ČÁST .....	8
2.1 Rostlinné oleje.....	8
2.1.1 Složení rostlinných olejů.....	8
2.1.2 Chemické vlastnosti rostlinných olejů .....	9
2.1.3 Fyzikální vlastnosti rostlinných olejů.....	9
2.1.4 Výroba rostlinných olejů .....	9
2.1.5 Analýza rostlinných olejů.....	10
2.2 Aktuálně využívané oleje v potravinářství, farmacii a kosmetice.....	12
2.2.1 Kokosový olej.....	12
2.2.2 Arganový olej .....	13
2.2.3 Řepkový olej .....	13
2.2.4 Slunečnicový olej .....	13
2.2.5 Olivový olej.....	13
2.2.6 Lněný olej.....	13
2.2.7 Dýňový olej .....	14
2.2.8 Mandlový olej.....	14
2.2.9 Avokádový olej.....	14
2.2.10 Růžový olej .....	14
2.2.11 Bambucký olej.....	14
2.2.12 Olej z čajovníku.....	15
2.3 Mrkvový olej .....	15
2.3.1 <i>Daucus carota L. subsp. carota</i> (Mrkev obecná pravá).....	15
2.3.2 <i>Daucus carota L. subsp. sativa</i> (Mrkev obecná setá) .....	16
2.3.3 Výroba mrkvového oleje.....	17
2.3.4 Vlastnosti mrkvového oleje.....	20
2.3.5 Složení mrkvového oleje .....	20
2.3.6 Mrkvový olej v potravinářství .....	25
2.3.7 Mrkvový olej v kosmetice .....	25
2.3.8 Mrkvový olej ve farmacii .....	26
2.4 Malinový olej .....	27
2.4.1 Ostružiník maliník, maliník obecný ( <i>Rubus idaeus L.</i> ) .....	27
2.4.2 Výroba malinového oleje .....	27
2.4.3 Složení malinového oleje .....	28
2.4.4 Malinový olej v potravinářství .....	29
2.4.5 Malinový olej v kosmetice.....	29

2.4.6	Malinový olej ve farmácii .....	30
3.	<b>EXPERIMENTÁLNÍ ČÁST</b> .....	31
3.1	Seznam použitých chemikálií: .....	31
3.2	Přístroje a pomůcky.....	31
3.3	Tukové charakteristiky olejů .....	32
3.3.1	Stanovení čísla kyselosti .....	32
3.3.2	Stanovení čísla zmydelnění.....	32
3.3.3	Stanovení esterového čísla .....	33
3.3.4	Stanovení jodového čísla podle Hanuše.....	33
3.3.5	Stanovení peroxidového čísla .....	34
3.4	Stanovení mastných kyselin .....	35
3.4.1	Bazická esterifikace metanolickým roztokem KOH .....	35
3.4.2	Podmínky stanovení mastných kyselin pomocí GC-FID .....	35
3.4.3	Identifikace a kvantifikace mastných kyselin.....	36
3.4.4	Statistické zpracování dat.....	36
4.	<b>VÝSLEDKY A DISKUSE</b> .....	37
4.1	Tukové charakteristiky olejů .....	37
4.2	Stanovení mastných kyselin .....	38
5.	<b>ZÁVĚR</b> .....	40
6.	<b>SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK A SYMBOLŮ</b> .....	42
7.	<b>ZDROJE</b> .....	43

## 1. ÚVOD

Oleje, ať už rostlinné, či živočišné byly člověkem používány od pradávna. Olejnaté plody a živočišné tuky byly konzumovány jako zdroje energie ještě předtím, než byly představeny výživové koncepty. Oleje byly také již dříve používány jako zdroje osvětlení, v medicíně či při náboženských ceremoniích. Nicméně problémem olejů zůstávala nízká stabilita vůči oxidaci, a také jejich častý nepříjemný zápach. V průběhu času, s rostoucí sofistikací uživatelů a s hlubším porozuměním technologie těchto materiálů, byly tyto nedostatky překonány za pomoci několika způsobů. Byla zvýšena stabilita použitím antioxidantů, nepříjemný zápach byl odstraněn zdokonalením procesu výroby, spolu se stabilitou byla zvýšena také diverzita za pomoci chemických modifikací olejů, jejich derivatizací a nahrazením minerálních olejů. Tyto modifikace napomohly zejména rozšíření možností využití olejů v kosmetice. Později však byly z kosmetického průmyslu částečně vyřazeny živočišné oleje a tuky, a byly nahrazeny těmi rostlinnými. Hlavním důvodem byl záměr vyrábět kosmetiku, která nebude na dotek tolik mastná. Rostlinné oleje obsahují jsou také velice důležitou složkou každodenní stravy člověka, obsahují totiž vitamin E, steroly a různé kombinace mastných kyselin, které sebou nesou výhody pro zdraví člověka. Tato bakalářská práce se zabývá aktuálně nejvíce využívanými rostlinnými oleji a dvěma moderními oleji, které jsou zatím předmětem diskusí a studií pro jejich potenciál využití v potravinářství a kosmetice. Tyto dva moderní rostlinné oleje jsou následně charakterizovány tukovými čísly a profilem mastných kyselin. [1,2]

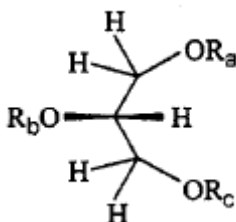
## 2. TEORETICKÁ ČÁST

### 2.1 Rostlinné oleje

Za rostlinný olej je považován jedlý olej, který byl získán ze semen, plodů nebo jader plodů olejnatých rostlin. Množství oleje v jednotlivých rostlinách se může pohybovat od případů, kdy je ho rostlině velice málo, až po případy, kdy je olejem zaujato až 70–80%. Skupenství rostlinných olejů se různí podle jejich druhů. Některé oleje jsou při laboratorní teplotě kapalné, jiné jsou pevné a ke zkapalnění potřebují vyšší teplotu. [3,4,5]

#### 2.1.1 Složení rostlinných olejů

Rostlinné oleje, využívané v potravinářství a kosmetice, obsahují komplexní směsi triacylglycerolů (TAG, jejich obsah bývá často více než 95%) a menší množství diacylglycerolů (běžně pod 5%). Dalšími komponentami jsou volné či vázané mastné kyseliny, fosfolipidy, tokoferoly, tokotrienoly a fytosteroly. [4]



Obrázek 1. Obecná prostorová struktura triacylglycerolu [5]

Na obrázku č. 1 je možné vidět obecnou prostorovou strukturu triacylglycerolu a na ní dvě vnější pozice a jedna prostřední, které jsou esterifikovány identickými nebo rozdílnými mastnými kyselinami. Druh mastné kyseliny, stejně jako její pozice ve struktuře určuje charakteristické vlastnosti triacylglycerolu. Analýza mastných kyselin může být použita ke zhodnocení struktury, stability a nutriční hodnoty tuků a olejů, ale ne vždy je možné získat jejich funkční vlastnosti. Struktura TAG určuje konečné fyzikální vlastnosti olejů a mimo jiné hraje důležitou roli v trávení TAG, protože žaludeční a pankreatická lipáza, které štěpí TAG na mastné kyseliny a monoacylglyceroly, jsou regioselektivními enzymy. [4,5]

Volné mastné kyseliny by se ve zdravých rostlinných buňkách neměly vyskytovat v žádném významném množství, většina z nich je esterifikována na glycerol nebo je spojena s proteiny nebo jinými částmi buňky. Jejich přítomnost je známkou poškození rostlinných buněk při sklizni, zpracování nebo při nesprávném skladování. V případě, že obsah volných mastných kyselin přesahuje 2%, ovlivňuje sensorické vlastnosti potraviny. Pokud má být olej, ve kterém se volné mastné kyseliny vyskytují ve větším množství, použit v potravinářském průmyslu, jsou tyto kyseliny při rafinaci odstraňovány. [4,6]

Vázané mastné kyseliny jsou ve většině rostlinných olejů nerozvětvené homologické řady nasycených a nenasycených monokarboxylových kyselin se sudým počtem uhlíků délek C<sub>8</sub>–C<sub>24</sub>. Je známo více než 1000 mastných kyselin, které se vážou na glycerol, nicméně pouze 20 z nich se v přírodě bohatě vyskytuje a až 80% komoditních olejů a tuků tvoří kyselina palmitová (16:0), olejová (18:1) a linolenová (18:2). [4,6]

V olejích se také v různých množstvích vyskytují tokoferoly a steroly, které jsou hlavní složkou nezmýdelnitelné části olejů. Tokoferoly jsou známé jako účinné přírodní antioxidanty. Jejich



množství v rostlině je pravděpodobně spojeno se složením nenasycených mastných kyselin. Steroly jsou polycyklické alkoholy a dělí se podle svého původu na fytoosteroly, mykosteroly a zoosteroly. Fytoosteroly, vyskytující se v rostlinných olejích, nejsou lidským tělem absorbovány, nicméně jsou používány jako potravinová aditiva do margarínu. [5,7]

### 2.1.2 Chemické vlastnosti rostlinných olejů

Základní chemickou vlastností rostlinných olejů, významnou zejména v potravinách, je jejich oxidační potenciál a proces nazývaný žluknutí. Tento chemický proces se běžně nazývá autooxidace a je to autokatalytická reakce se vzdušným kyslíkem. Oxidační potenciál je blízce spojený s množstvím polynenasycených mastných kyselin přítomných v oleji. Trvanlivost tučných jídel nebo olejů samotných je závislá na nenasycenosti oleje. Stupeň oxidace je však ovlivněn množstvím a typem přítomných tokoferolů. Například tokotrienoly řídí oxidaci olejů v případech, kdy jsou používány na smažení (při teplotách vyšších než 150°C), naopak při teplotě místnosti jsou oleje chráněny přítomností  $\gamma$ - a  $\delta$ -tokoferolů. Oleje bohaté na  $\alpha$ -tokoferoly byly prokázány jako méně chráněné. Další chemickou vlastností, která se může podílet na trvanlivosti oleje, je pravděpodobnost olejové hydrolyzy. Esterové vazby triacylglycerolu mohou být štěpeny vodou v mírně alkalickém prostředí nebo působením enzymu lipázy. [4,8]

### 2.1.3 Fyzikální vlastnosti rostlinných olejů

Fyzikální vlastnosti olejů podstatně ovlivňují možnosti jejich použití, chemické vlastnosti mají v tomto ohledu srovnatelně menší váhu, protože mnohem více ovlivňují stabilitu. Pro úplné pochopení zpracování olejů je potřeba znát jejich fyzikální vlastnosti – hustotu, viskozitu, tepelnou vodivost, refrakční index, kouřový bod či rozpustnost. Tyto základní fyzikální vlastnosti nejčastěji závisí na molekulové hmotnosti, stupni nasycení, délce uhlíkového řetězce a teplotě. Oleje se chovají jako Newtonská tekutina, takže viskozita roste s rostoucí molekulovou hmotností a klesá s rostoucí teplotou a nenasycením. Co se týče empirických fyzikálních vlastností, jako je teplota tání, jsou jejich hodnoty spíše definovány jako rozsah hodnot, kvůli tomu, že oleje jsou směsí více složek. [5,9]

### 2.1.4 Výroba rostlinných olejů

Většina rostlinných olejů je získávána z plodů nebo jejich semínek, které obecně poskytují dvě cenné složky: složku olejovou a složku bohatou na bílkoviny. Některé oleje, jako například olej palmový nebo olivový, jsou lisovány přímo z endospermu ovoce. Ze semínek může být olej získán dvěma základními pochody, kterými jsou lisování a extrakce. Často jsou tyto procesy při výrobě olejů kombinovány. Výtěžky olejů z jednotlivých plodů, či semínek se různí, což je dáno rozdílnou olejnatostí vstupující olejniny. Například světový průměr výtěžnosti kokosového oleje je 62%, kdežto výtěžnost oleje ze lněného semínka je pouze 14%. [7,10]

Některé oleje, jako například panenský olivový olej, jsou po lisování přefiltrovány a následně jsou užívány bez dalších úprav, ale většina jich ještě prochází procesem zvaným rafinace. Během rafinace jsou odstraněny nežádoucí složky (fosfolipidy, monoacylglyceroly, volné kyseliny, pigmentace, stopy kovů aj.), ale vyvstává zde také riziko odstranění minoritních důležitých komponent, jako jsou antioxidanty, vitamíny, karoteny a tokoferoly. Proto musí být tento proces navržen tak, aby maximalizoval odstranění nežádoucích komponent a zároveň minimalizoval ztráty komponent hodnotných. Nicméně i komponenty, jejichž přítomnost není žádoucí v olejích, jsou následně získávány a zpracovávány pro jiné účely. [5,7]

Kvůli změnám, ke kterým dochází během procesu rafinace, je důležité vědět, zda kompoziční data po rafinaci odpovídají surovému nebo rafinovanému oleji. Tyto meze byly nastaveny

Světovou zdravotnickou organizací (WHO) spolu s Organizací pro výživu a zemědělství Spojených národů (FAO) a některé jsou zaneseny v tabulce č.1. [11]

Tabulka 1: Hodnoty charakterizující kvalitu oleje [11]

	Maximální hodnota	
<b>Obsah železa (Fe)</b>		
Rafinovaný olej	1,5	mg/kg
Panenský olej	5,0	mg/kg
<b>Obsah mědi (Cu)</b>		
Rafinovaný olej	0,1	mg/kg
Panenský olej	0,4	mg/kg
<b>Číslo kyselosti</b>		
Rafinovaný olej	0,6	mg KOH/g oleje
Olej za studena lisovaný a panenský olej	4,0	mg KOH/g oleje
<b>Peroxidové číslo</b>		
Rafinovaný olej	10	miliekvivalentů aktivního kyslíku/kg oleje
Olej za studena lisovaný a panenský olej	15	miliekvivalentů aktivního kyslíku/kg oleje

### 2.1.5 Analýza rostlinných olejů

Množství metod, které mohou být použity pro analýzu olejů, je velké. Správná analýza olejů je důležitá z toho důvodu, že olej je produkt, se kterým je často obchodováno, a obchodní smlouvy vždy zahrnují i požadavky na kvalitu oleje a specifické limity obsažených látek. [12]

Tuky i oleje lze pomocí různých metod identifikovat, ale také stanovit jejich kvalitu. Podle toho je také možné rozdělit tyto metody na identifikační a kvalitativní. Pomocí těchto metod je možné určit vícero chemických, fyzikálních, nebo senzorických vlastností olejů. [6]

#### 2.1.5.1 Stanovení fyzikálních vlastností olejů

Co se týče fyzikálních vlastností olejů, je možné určit například jejich hustotu, refrakční index, barvu, bod tání, tuhnutí, bod vzplanutí, kouřový bod, viskozitu, dilataci nebo také množství pevného obsahu pomocí NMR. V tabulce č. 2 je možné vidět faktory ovlivňující stanovení jednotlivých fyzikálních vlastností. [13,14]

Tabulka 2: Fyzikální vlastnosti olejů [14]

Stanovovaný prvek	Ovlivňující faktor
Barva	Pigment
Specifická hustota	-
Refrakční index	Mastné kyseliny (jejich nenasycení)
Teplota tání	Mastné kyseliny
Teplota tuhnutí	Mastné kyseliny
Kouřový bod, teplota vzplanutí	Mastné kyseliny
Viskozita	Mastné kyseliny, polymerace

### 2.1.5.2 Stanovení základních tukových charakteristik

Tukové charakteristiky, neboli tuková čísla patří do klasické analýzy tuků a olejů a slouží k charakterizaci vlastností, kvality a čerstvosti daného tuku nebo oleje. Jednotlivá čísla jsou měřítkem různých strukturních či obsahových vlastností oleje. Pomocí těchto čísel je možné vytvořit základní představu o analyzovaném oleji - poměr vázaných a volných mastných kyselin, stupeň degradace, poměr nenasycených a nenasycených mastných kyselin.

- **Číslo kyselosti**

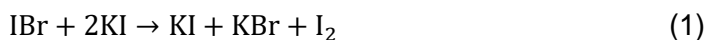
Číslo kyselosti ( $\check{C}_k$ ) udává počet mg KOH, které jsou potřebné k neutralizaci volných mastných kyselin v 1 g tuku, které vznikly hydrolýzou triacylglycerolů. Jinými slovy toto číslo určuje množství volných mastných kyselin v oleji. Podle typu oleje mohou být oněmi mastnými kyselinami, kyselina olejová, laurová nebo palmitová. [5,13]

- **Číslo zmýdelnění**

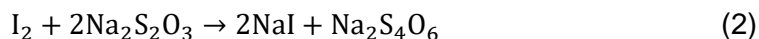
Číslo zmýdelnění ( $\check{C}_z$ ) vyjadřuje hmotnost KOH v mg, která je potřebná k neutralizaci volných i vázaných mastných kyselin v 1 g tuku. Vzorek se zmýdelní varem s nadbytkem alkoholického roztoku hydroxidu draselného a přebytečný nezreagovaný hydroxid se stanoví zpětnou titrací kyselinou chlorovodíkovou na fenolftalein. [5,15]

- **Jodové číslo**

Jodové číslo udává hmotnost jodu v gramech, která se aduje na 100 g tuku za podmínek metody. Jodové číslo je měřítkem obsahu dvojných vazeb, čímž také charakterizuje obsah nenasycených mastných kyselin. Na dvojně vazby nenasycených mastných kyselin se váže halogen a jeho nespotřebované množství se přidáním KI převede na jod podle rovnice: [5,15]



Jod se stanoví thiosíranem na škrobový maz.

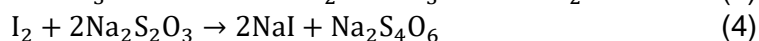
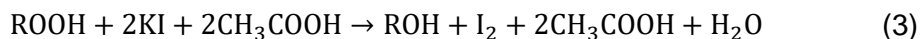


- **Esterové číslo**

Esterové číslo vyjadřuje hmotnost KOH v mg, která je potřebná k neutralizaci esterově vázaných kyselin v 1 g tuku. [15]

- **Peroxidové číslo**

Peroxidovým číslem je možné posoudit žluklost oleje. Představuje obsah primárních produktů oxidace neboli množství peroxidů v tuku, které jsou schopny oxidovat jodid na jod za podmínek metody. Vyloučený jod se stanoví titrací odměrným roztokem thiosíranu. [5]



### 2.1.5.3 Analýza mastných kyselin

Jak už bylo zmíněno výše v kapitole 2.1.1 Složení rostlinných olejů, mastné kyseliny se v olejích primárně vyskytují estericky vázané na glycerol a jejich pozice na glycerolu, stejně jako jejich druh, ovlivňují jak chemické, tak fyzikální vlastnosti olejů. Znalost obsahu mastných kyselin také pomáhá určit nutriční a biologickou hodnotu oleje. Pro jejich analýzu - identifikaci a kvantifikaci - existuje několik metod. Nejpoužívanější metodou je plynová chromatografie s plamenově-ionizačním detektorem, která byla použita i v experimentální části této

bakalářské práce. Před samotnou analýzou je však potřeba mastné kyseliny převést na jejich methylestery. V plynové chromatografii je vzorek dávkován do proudu nosného plynu a putuje kolonou, kde se jednotlivé složky separují na základě jejich schopnosti různě silně interagovat se stacionární fází. Složky poté postupně opouštějí kolonu a jsou indikovány detektorem. Detekce ionizací plamenem je založena na detekci kladných i záporných iontů, které vznikají vzplanutím analyzované látky ve vodíkovém plameni, kdy anionty putují k anodě a kationty ke katodě a vzniklý proud je měřen. Signál z detektoru je následně zpracováván ve vyhodnocovacím zařízení. Přestože je tato metoda ověřená a nejvíce využívána, analýza metodou vysokoúčinné kapalinové chromatografie je také možností. Tato metoda se využívá zejména v případech, kdy jsou v oleji přítomny termolabilní látky, které by mohly být při ionizaci plamenem degradovány. Mastné kyseliny mohou být také analyzovány blízkou infračervenou spektroskopií, kterou jsou nejčastěji stanovovány *trans*-mastné kyseliny. [16-18]

#### **2.1.5.4 Analýza těkavých složek**

V oleji mohou být analyzovány také těkavé složky - k této analýze se nejčastěji používá metoda plynové chromatografie s hmotnostní spektrometrií. Po projití chromatografickou kolonou se molekuly přesouvají do hmotnostního spektrometru a dochází k jejich ionizaci a fragmentaci. Jednotlivé fragmenty jsou poté detekovány, nejčastěji elektronovým násobičem, čímž jsou převáděny na elektrické signály, které zpracovává vyhodnocovací zařízení. [19]

## **2.2 Aktuálně využívané oleje v potravinářství, farmacii a kosmetice**

Rostlinné oleje jsou už od pradávna využívány v potravinářství, kosmetice i farmacii. Velké množství olejů má své uplatnění ve všech třech odvětvích. V této kapitole jsou vypsány základní informace o aktuálně nejvíce využívaných olejích a způsoby jejich využití. Následně v kapitolách 2.3 Mrkvový olej a 2.4 Malinový olej jsou detailněji popsány dva moderní rostlinné oleje, které mají potenciál jejich využití ve zmíněných odvětvích.

### **2.2.1 Kokosový olej**

Olej, označovaný jako potravinová třetího tisíciletí, získaný z dužiny kokosových ořechů je jedním z nejpobulárnějších olejů současnosti. Kosmetické produkty obsahující kokosový olej hydratují pokožku, zklidňují ekzémy a využívají se k péči o poškozené vlasy. Tento olej obsahuje až 92% nasycených mastných kyselin, jejichž přílišná konzumace není doporučována. Tyto mastné kyseliny se totiž podílejí na zvyšování „špatného“ cholesterolu (LDL), což vede k vyšším rizikům srdečních onemocnění a mrtvice. Nicméně studie, které zkoumaly tento olej a jeho účinek v této oblasti, zjistily, že kokosový olej sice zvyšuje hladinu celkového cholesterolu, ale tato hladina samotná není ukazatelem rizika srdečních onemocnění. Je jím také poměr množství celkového cholesterolu k množství „dobrého“ (HDL) cholesterolu. Čím nižší je tento poměr, tím nižší je riziko srdečních onemocnění. Několik studií prokazuje, že kokosový olej tento poměr právě snižuje, ikdyž se hladina celkového cholesterolu zvýší. Olej obsahuje vysoké procento (až 50%) kyseliny laurové, která se řadí mezi mastné kyseliny se středně dlouhým řetězcem. Kyselina laurová má prokázané antibakteriální účinky a díky tomu může být použita také k léčbě akné. V kuchyni je kokosový olej také populární, zejména díky své chuti. Je také odolný vůči vysokým teplotám a je možné ho využít na smažení a pečení. [20-22]

### **2.2.2 Arganový olej**

Arganový olej je olej získávaný z plodů argánie trnité, obsahující  $\beta$ -karoten, fytoosteroly, esenciální mastné kyseliny a vitaminy A i E. Existují dva druhy arganového oleje, potravinářský a kosmetický. Liší se způsobem výroby, vůní, zabarvením a obsahem účinných látek. Potravinářský má tmavou barvu a výraznější aroma. Pro svou specifickou oříškovou chuť a výživové vlastnosti je využíván v marocké kuchyni. Bylo zjištěno, že při dlouhodobé konzumaci arganového oleje dochází ke snížení hladiny LDL cholesterolu. Napomáhá také snížení krevního tlaku a regeneraci buněk. Arganový olej, který je využíván v kosmetice, pomáhá hydratovat pokožku tím, že obnovuje bariérovou funkci pokožky a udržuje v pokožce vodu. Studie z roku 2015 ukazuje, že tento olej má při každodenním používání a/nebo požívání pozitivní vliv na elasticitu kůže. [23-25]

### **2.2.3 Řepkový olej**

Olej z řepky jarní se stejně, jako arganový olej, využívá jak v potravinářství, tak v kosmetice. Jedná se o olej upravený pouze mechanickou filtrací, bez rafinace. Mimo jeho využití ke smažení, či ochucování salátů, je také využíván při výrobě majonéz, tatarských omáček, pomazánkových margarínů a také v pekárenském, konzervářském a drůbežářském průmyslu. Řepkový olej také obsahuje poměrně velké množství tokoferolů, které jsou známy jako přírodní antioxidanty. Nicméně jejich množství je rafinováním sníženo až o 50%. Do kosmetických produktů se přidává právě díky svým antioxidačním vlastnostem a obsahu nenasycených mastných kyselin, zejména omega-3 a -6, které mají nekomedogenní vlastnosti a mírní tvorbu ekzémů. [7,26-28]

### **2.2.4 Slunečnicový olej**

Slunečnicový olej ze semen slunečnice roční by se dal nazvat jako základní olej na vaření, a to díky jeho cenové dostupnosti a neutrální chuti. Tradiční rafinovaný olej s vysokým obsahem kyseliny olejové má vysokou oxidační stabilitu a je vhodný na tepelnou úpravu pokrmů smažením či pečením. V potravinářském průmyslu je tento olej kapalnou složkou tukových násad margarínů a slouží k výrobě majonéz. Slunečnicový olej panenský je vhodný naopak do studené kuchyně. Výhodou jak panenského, tak rafinovaného oleje je vysoký obsah vitamínu E. [7,29,30]

### **2.2.5 Olivový olej**

Tento druh oleje je také, jako některé jiné zde zmíněné oleje, využíván jak v potravinářství tak v kosmetice. V kuchyni se nejčastěji setkáváme s olivovým panenským olejem, jehož konzumace má pozitivní vliv na naše zdraví. Obsahuje nenasycené mastné kyseliny a vitamín E a je dobře stravitelný, díky nízkému obsahu kyseliny olejové. Bylo prokázáno, že extrakty olivového oleje dokáží lépe redukovat hydroxylové radikály než jiné oleje. K těmto přímým antioxidačním účinkům dokážou také tyto extrakty dobře inhibovat aktivitu xanthinoxidázy, čehož se využívá v léčbě dny. [31-33]

### **2.2.6 Lněný olej**

Olej vyrobený ze lnu setého je důležitým zdrojem omega-3 a 6 mastných kyselin zejména pro vegetariány a vegany. Nejvíce jsou v něm zastoupeny kyseliny  $\alpha$ -linolenová, linolová a olejová. Tyto kyseliny pomáhají předcházet nemocem srdce a cév. Lněné semínko je jedno z nejbohatších zdrojů lignanu, který spadá do kategorie fytoestrogenů. Lignanu byly prokázány anti-estrogenní vlastnosti na rakovinu prsu a také pomáhá těmto rakovinám, jak prsu, děložního čípku, tak dalším hormonálně závislým rakovinám, předcházet. Díky obsahu

omega-3 mastných kyselin zmírňuje předmenstruační symptomy. Studie na myších také prokázala, že při podávání nízkých koncentrací lněného oleje, je tento olej schopen pomoci regenerovat poraněnou pokožku. [34,35,126]

### **2.2.7 Dýňový olej**

Dýňový olej je lisován z semen dýně obecné a je využíván zejména kvůli vysokému obsahu polynenasycených a mononenasycených mastných kyselin a nízkému obsahu nasycených mastných kyselin. Má tmavozelenou až červenou barvu, typické aroma a chuť. V kuchyni se nejčastěji používá k ochucení pokrmů či salátů, nebo jako doplněk stravy. Studie, testující tento olej prokázaly, že mimo výše zmíněné komponenty obsahuje také antioxidační a antimikrobiální látky. Přítomnost tokoferolů, sterolů a polynenasycených mastných kyselin z něj činí vynikající lék ve farmacii a kosmetice, který by poskytoval potenciální ochranu před kožními problémy. Ta samá studie také prokázala, že napomáhá hojení kožních ran u potkanů. Jinou studií byla prokázána schopnost dýňového oleje napomáhat léčbě akné. [36-38]

### **2.2.8 Mandlový olej**

Mandlový olej je olej získávaný lisováním semen mandloně sladké, která pochází z Číny. Tento olej je často využíván v kosmetických produktech, zejména v těch, které pečují o pokožku, a to proto, že má prokázané zjemňující a sklerotizující vlastnosti. V poslední době nabyl pozornosti i v doplňcích stravy. Tento olej obsahuje zejména kyselinu olejovou, linolovou a palmitovou. Předpokládá se, že mandlový olej má protizánětlivé, protihepatotoxické vlastnosti a podporuje imunitu. Studie také potvrdily, že po konzumaci zvyšuje hladinu HDL cholesterolu a snižuje hladinu LDL cholesterolu. [39-42]

### **2.2.9 Avokádový olej**

Avokádový olej, získaný lisováním plodů avokáda, je olej žluté či jemně zelené barvy. Svými chemickými vlastnostmi je velmi podobný olivovému oleji. Obsahuje nenasycené mastné kyseliny, které mají určitou nutriční hodnotu, a komponenty s biologickou aktivitou jako tokoferoly, tokotrienoly, fytosteroly, karotenoidy a polyfenoly. V kosmetice je velice populární, protože se velmi rychle vstřebává do pokožky, kterou hydratuje a nezanechává na ní mastný pocit. Pomáhá hojení a je vhodný také pro pokožku postiženou kožními onemocněními, jako je např. lupénka. [43-45]

### **2.2.10 Růžový olej**

Jeden z nejvzácnějších olejů na světě, získávaný z okvětních lístků růže, je oblíbený zejména pro svou jemnou vůni, které je využíváno v parfémtech a dalších kosmetických (mýdla, krémy) i potravinářských (džemy, zmrzlina, pudinky) produktech. Několik studií zkoumalo terapeutické vlastnosti růžového oleje. Zkoumali jeho analgetické účinky, vliv na fyziologickou relaxaci, vliv na psychickou relaxaci jako antidepresivum a jeho účinky na zlepšení sexuální disfunkce. Tyto účinky byly studiemi potvrzeny, nicméně aby byla definitivně potvrzena 100% účinnost a bezpečnost oleje, musí být provedeny další klinické testy s větším počtem testovaných. [46,47]

### **2.2.11 Bambucký olej**

Při zpracování bambuckého másla vzniká také bambucký olej, který má odlišnou konzistenci než bambucké máslo, ale jeho účinky jsou stejné. Největší obsah zaujímají kyselina olejová, stearová, palmitová, linolová a arachidová, ale obsahuje také  $\alpha$ -tokoferoly. Olej vyživuje a hydratuje pokožku a vlasy, ale nezanechává mastný pocit na pokožce. Více než bambucký olej se stále využívá bambucké máslo. [48,49]

### 2.2.12 Olej z čajovníku

Olej z listů kajeputu střídavolistého je známý pro své antibakteriální, antiseptické a antimykotické vlastnosti díky obsahu silic jako pinen, cymen nebo terpinolen. Šampony obsahující tento olej pomáhají proti lupům či vypadávání vlasů a používá se také k léčbě akné nebo v boji proti vším. Svě antibakteriální účinky prokázal jak na Gram-pozitivních (*Staphylococcus*, *Streptococcus*), tak Gram-negativních (*Pseudomonas*) bakteriích. Je také účinný proti viru *Herpes simplex*. Byla provedena také studie, která potvrzuje účinek na léčbu akné. [46,50]

## 2.3 Mrkvový olej

Čeď miříkovitých (*Apiaceae*), do kterého spadá též mrkev obecná, představuje jeden z nejnámějších rodů, které se často používají jako koření, zelenina nebo léčiva díky svým užitečným sekundárním metabolitům. Pod názvem mrkvový olej je možné si představit tři typy olejů. Prvním z nich je esenciální olej z mrkvových semen, který je získávaný parní destilací, či extrakcí ze semen *Daucus Carota*, dalším je za studena lisovaný olej ze semen mrkve a třetím je olejový mrkvový macerát, který se vyrábí macerováním kořene ve vhodném oleji, například olivovém, a následně je přefiltrován. Tyto tři typy olejů je nutné rozlišovat zejména proto, že jejich používání jak v potravinářství, tak kosmetice, se liší. Dále je možné rozlišit také druh či odrůdu mrkve, ze které byl olej vyroben. Nejčastěji to bývá *Daucus carota L. subsp. sativa* (mrkev obecná setá) nebo *Daucus carota L. subsp. carota* (mrkev obecná pravá). [51,52]

### 2.3.1 *Daucus carota L. subsp. carota* (Mrkev obecná pravá)

Mrkev obecná pravá, nazývaná mrkvous, je dvouletá planá rostlina z čeledi miříkovitých (*Apiaceae*). Dorůstá do výšky 30 – 100 cm a je považována za plevel v travních porostech, kde zhoršuje kvalitu píče a sušení. Vytváří větvený, bílý nebo žlutobílý kořen (viz. Obrázek č.2) a lodyhu, která bývá štětinatě chlupatá a větvená, a druhým rokem vyrůstá z přízemní růžice listů (viz. Obrázek č.3). Ve druhém roce také od června do srpna kvete – květenstvím je složený okolík s 20 – 40 okolíčky, a květy samotné jsou obvykle bílé, vzácně narůžovělé. V angličtině je tento květ běžně nazýván *Queen Anne's lace*. [53,54]



Obrázek 2. Mrkev obecná pravá [55]



Obrázek 3. Kvetoucí mrkev obecná pravá [54]

### 2.3.2 *Daucus carota* L. subsp. *sativa* (Mrkev obecná setá)

Mrkev obecná setá je rostlinou, kterou každý zná, ať už ze svých zahrad, nebo kuchyní jako kořenovou zeleninu. Tato rostlina neroste volně, nýbrž je pěstována. Stejně jako mrkev obecná pravá je dvouletou rostlinou, která spadá do čeledi miříkovitých. Během prvního roku života vytváří přízemní růžici listů a oranžový (zřídka bílý, žlutý nebo červený) kořen (viz. Obrázek č.5), který je velmi bohatý na karoteny (konkrétně  $\beta$  – karoteny) a vitaminy C a E. Po přezimování kořene v zemi, během druhého roku života (možné vidět na obrázku č. 6), vyrůstá z kořene lodyha s okoličnatým květenstvím. Kvete od června do září a barva květu je, stejně jako u mrkve obecné pravé, bílá. Plodem je dvounažka, která se skládá ze dvou ostnitých, šedohnědých merikarpíí (viz. Obrázek č.4). [56,57]



Obrázek 4. Plody (semínka) mrkve obecné [58]





Obrázek 5. Mrkev obecná setá [59]



Obrázek 6: Dvouletý životní cyklus mrkve obecné [60]

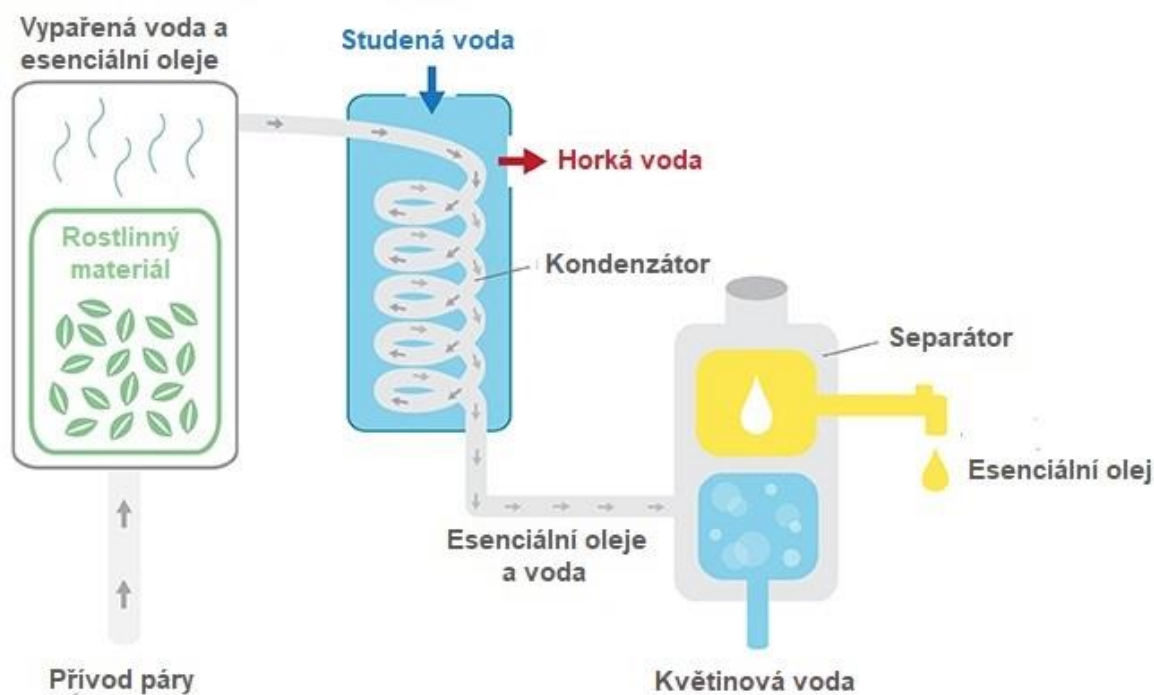
### 2.3.3 Výroba mrkvového oleje

Mrkvový olej je možné získat jak ze semínek mrkve, které se získávají vysušením květu rostliny *Daucus carota*, tak macerováním kořene nebo jiné části rostliny ve vhodném nosném oleji. Ze semínek mrkve se olej v nich přítomný získává buď extrakcí, parní destilací nebo lisováním za studena.

#### 2.3.3.1 Parní destilace

Parní destilace je nejpoužívanější metodou pro získávání esenciálních olejů, a to zejména proto, že umožňuje jímání termicky senzitivních aromatických komponent. Na rozdíl od běžné destilace, je při parní destilaci regulován tlak, proto mohou být esenciální oleje destilovány při teplotách nižších než je jejich běžný bod varu. Při této metodě je nutné věnovat pozornost zdroji tepla. Teplota destilace musí být udržována v určitém rozmezí; pokud by teplota byla příliš nízká, esenciální olej by nebyl oddestilován. Naopak při příliš vysoké teplotě vystává riziko znehodnocení esenciálního oleje nearomatickými komponentami. [61,62]

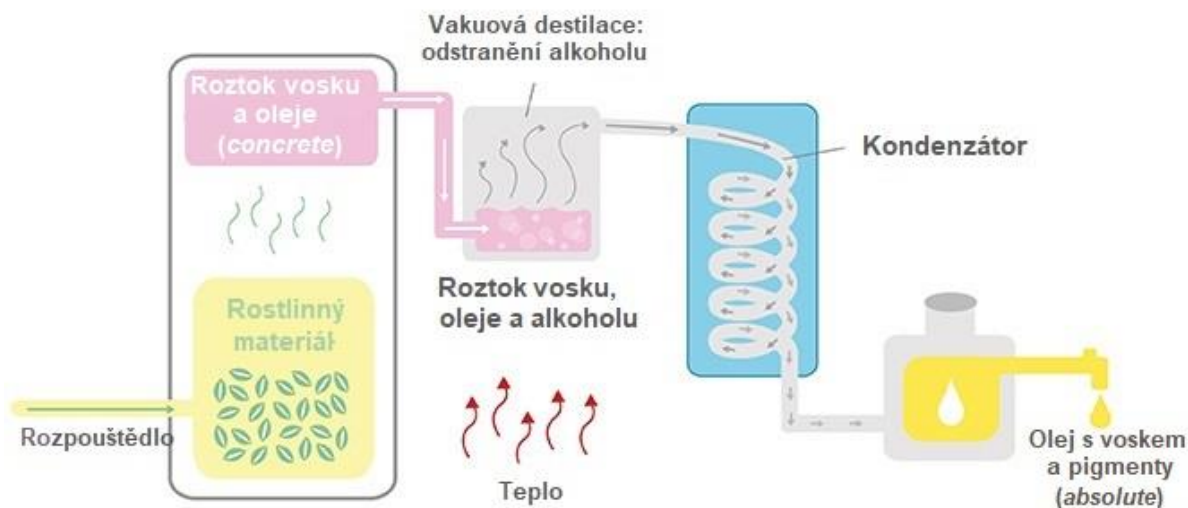
Tato metoda je prováděna v destilačním zařízení, které využívá vodní páru k odstranění esenciálního oleje z rostlinného materiálu. Pára je přiváděna do kolony se semínky mrkve a při jejich prostupování poškozují tkáň, které zadržují esenciální olej, obsahující aromatické sloučeniny, které jsou velmi těkavé, a proto je tento olej snadno přenášen vodní párou do kondenzační trubice, kde kondenzuje. Následovně je již kapalná směs přiváděna do separátoru, odkud je možné odebrat čistý esenciální olej. [63]



Obrázek 7. Schéma parní destilace [63]

### 2.3.3.2 Extrakce organickým rozpouštědlem

Tato metoda využívá organická rozpouštědla, jako hexan nebo ethanol k extrakci esenciálních olejů z rostlinných materiálů. Je nevhodnější pro rostlinné materiály, které obsahují malé množství esenciálního oleje, nebo oleje v nich přítomné jsou citlivé na teplo či tlak a využití parní destilace je pro ně rizikové. Produkt extrakce organickým rozpouštědlem má lepší vůni než kdyby byl tento produkt získán destilací. Během tohoto procesu jsou však také extrahovány netěkavé složky jako vosky a pigmenty, které mohou být následně pomocí dalších procesů odstraněny. [62,63]

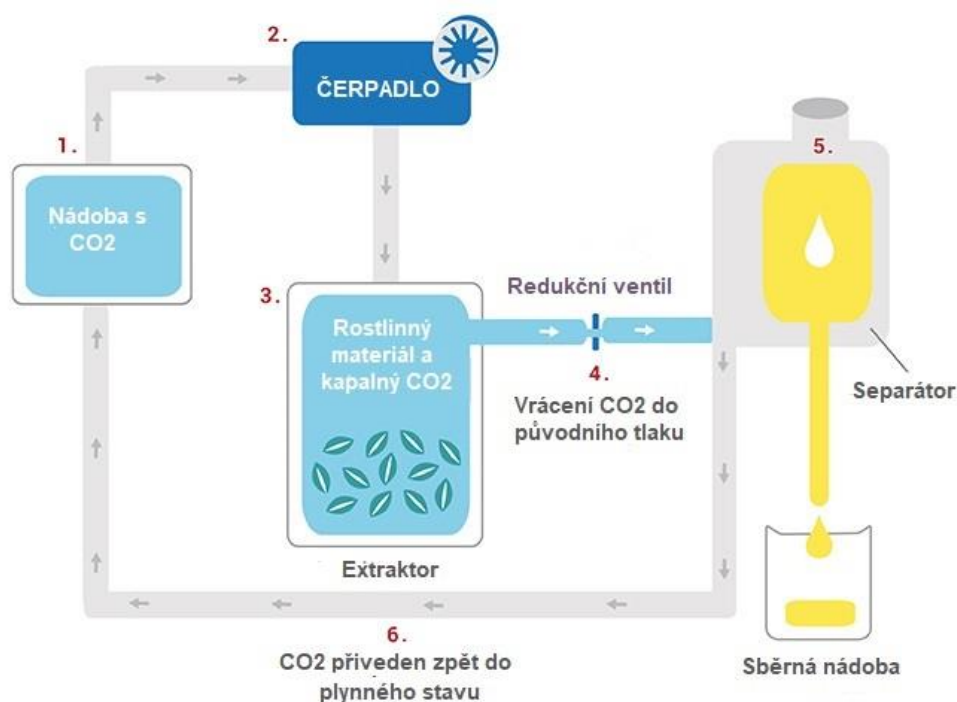


Obrázek 8. Schéma procesu extrakce organickým rozpouštědlem [63]

### 2.3.3.3 Extrakce superkritickým CO<sub>2</sub>

Oleje získané parní destilací se liší v jejich kvalitách v závislosti na teplotě, tlaku a délce destilace. Extrakce oxidem uhličitým produkuje oleje vyšší kvality, které nebyly vystaveny vysoké teplotě, ohrožující některé komponenty oleje. Parní destilace probíhá při 60-100°C, tato metoda probíhá při teplotách 35 - 37°C, čímž zajišťuje podobnost chemického složení oleje s původní rostlinou, ze které byl získán.

Princip je velmi podobný parní destilaci, místo vodní páry je rozpouštědlem a nosným plynem oxid uhličitý. Natlakovaný částečně zkapalněný oxid uhličitý je přiváděn k rostlinnému materiálu, ze kterého jímá oleje a další substance jako např. pigment. Po rozpuštění esenciálního oleje v CO<sub>2</sub> je oxid uhličitý převeden zpět do plynného skupinství, čímž v separátoru zanechá pouze kapalnou složku esenciálního oleje. [62,63]



Obrázek 9. Schéma procesu extrakce superkritickým oxidem uhličitým [63]

### 2.3.3.4 Macerace

Výroba oleje macerací je extrakční metoda, kdy se jako rozpouštědlo k extrakci používá horký nosný olej. Výhodou této metody je to, že v oleji je zachyceno více těžších a větších molekul rostliny, než při destilaci, čímž je zachována esence původní rostliny. Při výrobě mrkvového oleje touto metodou bývá macerován kořen mrkve, nikoliv semínka. Přičemž je tento kořen před macerací rozdrčen. [63]

### 2.3.3.5 Lisování za studena

Lisování je možné definovat jako mechanické oddělení oleje za vysokého tlaku z rostlinných pletiv, přičemž je tento proces velmi často prováděn za studena. Mrkvový olej je touto metodou vyráběn lisováním semínek mrkve. Tato semínka jsou rozdrčena tak, aby popraskaly váčky s esenciálním olejem, nacházející se na vnitřní straně slupky. Prvotní produkovaný olej často

obsahuje pevné částičky semínek, proto ještě prochází procesem centrifugace, při kterém jsou tyto nečistoty odstraněny. [10,62,63]

### 2.3.4 Vlastnosti mrkvového oleje

U esenciálního mrkvového oleje byly prokázány jeho antibakteriální, antifungální, antioxidační a gastroprotektivní vlastnosti.

Antibakteriální vlastnosti byly testovány na Gram-pozitivních (*Listeria monocytogenes*, *Staphylococcus aureus*) i Gram-negativních (*E-coli*, *Salmonella*) kmenech bakterií a výsledky ukázaly, že byl olej mnohem efektivnější proti Gram-pozitivním bakteriím. Olej použitý v této studii byl bohatý na geranyl acetát a  $\alpha$ -pinen. Antibakteriální účinek těchto dvou složek byl testován ve více studiích, které poukázaly na nízkou antibakteriální aktivitu geranyl acetátu a vysokou aktivitu  $\alpha$ -pinenu.  $\alpha$ -pinen by tedy mohl být zodpovědný za antibakteriální účinky tohoto oleje, nicméně minoritní komponenty mohou tyto účinky také ovlivňovat. Podle jedné studie  $\alpha$ -pinen stojí také za gastroprotektivními vlastnostmi mrkvového oleje. [64-68]

Zkoumání antifungálních účinků mrkvového oleje prokázalo, že je účinný proti *Cryptococcus neoformans* a méně proti kmenům *Candida* a *Aspergillus*. Tři z hlavních komponent mrkvového esenciálního oleje jsou geranyl acetát,  $\alpha$ -pinen a limonen, které mají určitý antifungicidní potenciál. Geranyl acetát projevil dobrý účinek proti *Cryptococcus neoformans*, ale nižší proti *Candida* a *Aspergillus*. Podobně  $\alpha$ -pinen inhiboval *C. albicans* a *Cryptococcus neoformans* a v jiné studii prokázali, že tato sloučenina vykazuje silnou fungistatickou a fungicidní aktivitu, přičemž je tento účinek dominantní u *Candida* a *Aspergillus*. Několik autorů také popsalo aktivitu limonenu proti některým houbovým kmenům. Proto mohou být tyto komponenty mrkvového esenciálního oleje původcem jeho antifungální aktivity. Přestože již bylo provedeno několik studií v této oblasti, mechanismus zůstává nezjištěný. [67,69-73]

Patologie mnohých chronických onemocnění (rakoviny, srdečních chorob) zahrnuje oxidační poškození buněčných komponent. Reaktivní formy kyslíku, schopné způsobit poškození DNA, byly spojeny s karcinogenezí, koronárními onemocněními srdce a dalšími problémy spojenými s rostoucím věkem. Minimalizace oxidačního poškození je jedním z nejdůležitějších způsobů prevence onemocnění spojených se stárnutím. Antioxidanty totiž ukončují přímé negativní působení kyslíkových radikálů. Esenciální mrkvový olej byl také testován z pohledu jeho antioxidační aktivity. Byla provedena analýza založená na eliminaci syntetických radikálů ABTS<sup>+</sup> a ORAC test pěti hlavních volných radikálů v lidském těle (peroxylové radikály, hydroxylové radikály, pyroxynitrit, superoxidový aniont, singletový kyslík). Výsledky ukázaly, že mrkvový olej není dobrým reduktantem syntetických radikálů a není ani dobrým inhibitorem peroxylové oxidace. Jiná studie testovala metanolický extrakt z listů a semínek pomocí DPPH volných radikálů a 2-thiobarbiturovou kyselinou, kdy byla antioxidační aktivita lepší než v esenciálním oleji. Celkově je možné konstatovat, že mrkvový olej může být zdrojem přírodních antioxidantů, nicméně významná antioxidační aktivita samotného mrkvového oleje nebyla zatím potvrzena. [45,67,74,75]

### 2.3.5 Složení mrkvového oleje

Oleje vyrobené ze semínek rostlin čeledě *Apiaceae* obsahují nejvíce palmitovou, petroselinovou, olejovou a linoleovou kyselinu. Navzdory svému potenciálu, TAG struktura a stereo- a regiospecifická distribuce mastných kyselin v rámci této čeledi, nejsou dobře zdokumentované (s výjimkou koriandru). To může být částečně zapříčiněno problémovým

rozlišením kyseliny olejové (C18:1<sup>Δ9</sup>) a petroselinové (C18:1 n-6), dvou izomerických mastných kyselin, které mají tendenci eluovat při plynové chromatografii společně. Složení mrkvového oleje se liší podle způsobu jeho získání (pokud byly při získávání použity vyšší teploty, mohly být některé komponenty ztraceny) a podle druhu mrkve, ze které byl získán. V Tabulce č. 3 je možné porovnat složení mrkvového oleje vyrobeného z mrkve obecné pravé s olejem z mrkve obecné seté z pohledu obsahu mastných kyselin podle různých studií. Z tabulky je možné vidět, že jak v oleji z mrkve obecné seté, tak v oleji z mrkve obecné pravé zaujímá největší obsah kyselina petroselinová (60-80%), poté kyselina linolová (7-14%), palmitová (3,5-10%), stearová (0,4-2,4%) a palmitoolejová (0,3-1%). Studie [76] se od ostatních liší, a to tím, že v ní nebyla identifikována, natož kvantifikována kyselina petroselinová, místo ní byla jako nejobsáhlejší mastná kyselina uvedena kyselina olejová (79,2%). Obsahy zbylých mastných kyselin v této studii se už od ostatních studií příliš neliší. Tento problém mohl nastat v nerozlišení kyseliny petroselinové a olejové, takže obsah 79,2% může ve skutečnosti být obsah kyseliny olejové a petroselinové dohromady. [51,77-79]

Mastné kyseliny nejsou ovšem jediné komponenty vyskytující se v mrkvovém oleji. Mrkvový olej je často ze semínek získáván jako esenciální olej, který je komplexní směsí těkavých složek se silným aroma. Tyto těkavé komponenty se mohou dělit na monoterpeny, seskviterpeny, estery a ostatní. V tabulce č.4 jsou porovnány výsledky studií, které analyzovaly složení mrkvového oleje z pohledu těkavých látek. Uvedené studie nejsou úplně jednotné ve výsledném složení, což může být způsobeno rozdílnými metodami analýzy a také rozdílnými druhy mrkvového oleje. V šesti z uvedených studií zaujímal největší obsah carotol (30-73%), v jedné [88] to byl sabinen (43,8%;28,8%), v další [86] (E)-Methylisoeugenol (33,0%) a ve studii [84] to byl δ-cadinen (48,6%). Obecně by se dalo říct, že byl v testovaných olejích převážně přítomen α-pinen (0,4-28,1%), β-carophylen (0,7-10,7%), daucol (0,45-12,60%), β-bisabolen (0,35-5,3%).

Tabulka 3. Obsah mastných kyselin v mrkvovém oleji podle různých studií

Literární zdroj		[80]	[80]	[81]	[51]	[76]	[82]	[83]
Druh mrkve		<i>Daucus carota</i> L. subsp. <i>carota</i>	<i>Daucus carota</i> L. subsp. <i>sativus</i>	<i>Daucus carota</i> L.	<i>Daucus carota</i> L.	<i>Daucus carota</i> L.	<i>Daucus carota</i> L.	<i>Daucus carota</i> L. subsp. <i>sativus</i>
Metoda derivatizace		neznámá	neznámá	kyselá, s BF <sub>3</sub>	<i>n</i> -butyrylchlorid	kyselá, s BF <sub>3</sub>	neznámá	kyselá, s BF <sub>3</sub>
Použitá analytická metoda		neznámá	neznámá	GC	GC-FID	GC-FID	GC-FID	GC-QTOF
Mastné kyseliny		% obsah	% obsah	mg/100 g	% obsah	% obsah	% obsah	% obsah
Kyselina oktanová	C8:0	-	-	-	-	0,5	-	-
Kyselna kaprinová	C10:0	2,08	6,08	-	-	-	-	-
Kyselna laurová	C12:0	1,56	2,34	-	-	-	-	-
Kyselna myristová	C14:0	-	12,02	-	-	0,1	-	-
Kyselina myristolejová	C14:1 <sup>Δ9</sup> cis	-	-	-	-	1,1	-	-
Kyselna palmitová	C16:0	3,75	3,81	10,01	4,1	4,2	3,71	5,29
Kyselna palmitoolejová	C16:1 <sup>Δ9</sup> cis	0,31	0,57	0,64	-	1,0	-	0,62
Kyselna stearová	C18:0	0,41	0,33	2,41	0,65	3,1	0,42	0,91
Kyselna petroselinová	C18:1 (n-12)	76,25	64,08	59,35	68,10	-	82,08	81,20
Kyselna olejová	C18:1 <sup>Δ9</sup> cis	-	-	0,17	13,90	79,2	-	-
Kyselina vakcenová	C18:1 (n-11)	-	-	0,55	-	-	-	-
Kyselina <i>cis</i> -vakcenová	C18:1 (n-7)	-	-	-	1,20	-	-	-
Kyselna linolová	C18:2 <sup>Δ9,12</sup>	14,37	10,75	11,82	11,50	7,7	13,19	10,02
Kyselna γ-linolenová	C18:3 <sup>Δ6,9,12</sup>	0,62	-	-	-	-	0,28	0,62
Kyselna α-linolenová	C18:3 <sup>Δ9,12,15</sup>	0,31	-	-	-	-	-	-
Kyselna arachidová	C20:0	0,31	-	0,81	-	0,3	-	0,32
Kyselina behenová	C22:0	-	-	-	-	0,8	-	-
Kyselina Eruková	C22:1 (n-9)	-	-	-	-	0,2	-	-

Tabulka 4. Obsah těkavých látek v mrkvovém oleji podle různých studií

Literární zdroj	[85]	[81]	[81]	[84]	[86]	[87]	[88]	[88]	[89]	[90]
Druh mrkve	<i>Daucus carota</i> L. subsp. <i>sativus</i>	<i>Daucus carota</i> L.	<i>Daucus carota</i> L.	<i>Daucus carota</i> L.	<i>Daucus carota</i> L. subsp. <i>carota</i>	<i>Daucus carota</i> L.	<i>Daucus carota</i> L. subsp. <i>sativus</i>	<i>Daucus carota</i> L. subsp. <i>carota</i>	<i>Daucus carota</i> L.	<i>Daucus carota</i> L. subsp. <i>sativus</i>
Typ oleje	Esenciální	Esenciální	Jedlý	Esenciální	Esenciální	Komerční vzorek	Esenciální	Esenciální	Komerční vzorek	Komerční vzorek
Použitá analytická metoda	FC, GC-FID, <sup>13</sup> C-NMR	GC-FID, GC/MS	GC-FID, GC/MS	GC/MS	GC - RI, <sup>13</sup> C-NMR	GC/MS	GC se dvěma chirálními kolonami	GC se dvěma chirálními kolonami	-	GC/MS
Monoterpeny										
α-pinen	0,9–11,2	0,67	-	0,4	24,9	3,9	21,4	28,1	3,4	2,5–21,7
β-pinen	0,3–1,5	0,52	-	0,1	1,5	1,9	4,3	12,8	0,6	0,3–3,8
Sabinen	0–3,9	0,10	-	-	3,7	-	43,8	28,8	3,0	0,6–28,8
Geranyl acetát	1–3,7	-	-	-	-	-	-	-	1,1	0,2–23,0
Geraniol	0–2,2	-	-	-	-	-	-	-	1,0	0–4,3
(-)-limonen	0,4–1,5	0,43	-	-	2,2	1,8	6,6	5,8	0,7	1,3–6,0
β-myrcen	0,4–1,3	0,17	-	-	3,5	1,4	9,9	3,0	1,0	0,5–10,5
γ-terpinen	-	-	-	3,9	0,3	1,4	5,5	1,8	0,3	0,1–0,7
α-terpinen	-	-	-	-	-	-	4,7	11,8	-	0,2–0,3
Seskviterpeny										
β-elemen	-	-	-	0,3	-	-	-	-	-	-
β-carophylen	0,7–5,6	1,10	-	8,3	-	10,7	-	-	5,7	-
Caryophylen oxid	0,3–2,8	-	-	-	-	4,3	-	-	3,6	-
(E)-α-bergamoten	0,9–1,9	2,41	0,26	3,0	-	-	-	-	0,8	0,3–0,6
(Z)-α-bergamoten	0–1,1	0,13	-	-	-	-	-	-	0,3	0,2–0,5
(E)-β-farnesen	1,6–2,5	5,86	-	4,7	0,3	4,0	-	-	-	0,2–2,5

Tabulka 4. Obsah těkavých látek v mrkvovém oleji podle různých studií - pokračování

Literární zdroj	[85]	[81]	[81]	[84]	[86]	[87]	[88]	[88]	[89]	[90]
Druh mrkve	<i>Daucus carota</i> L. subsp. <i>sativus</i>	<i>Daucus carota</i> L.	<i>Daucus carota</i> L.	<i>Daucus carota</i> L.	<i>Daucus carota</i> L. subsp. <i>carota</i>	<i>Daucus carota</i> L.	<i>Daucus carota</i> L. subsp. <i>sativus</i>	<i>Daucus carota</i> L. subsp. <i>carota</i>	<i>Daucus carota</i> L.	<i>Daucus carota</i> L. subsp. <i>sativus</i>
Typ oleje	Esenciální	Esenciální	Jedlý	Esenciální	Esenciální	komerční vzorek	Esenciální	Esenciální	komerční vzorek	komerční vzorek
Použitá analytická metoda	FC, GC-FID, <sup>13</sup> C-NMR	GC-FID, GC/MS	GC-FID, GC/MS	GC/MS	GC - RI, <sup>13</sup> C-NMR	GC/MS	GC se dvěma chirálními kolonami	GC se dvěma chirálními kolonami	-	GC/MS
Seskviterpeny										
β-Selinen	0–1,1	2,20	0,47	2,2	0,3	-	-	-	-	0,1–0,9
α-Selinen	-	-	-	1,7	0,5	-	-	-	-	0–0,2
β-Bisabolen	1,5–3,1	1,90	0,35	4,4	4,4	-	-	-	5,3	0,1–1,3
Daucol	1,2–1,7	0,45	12,60	-	-	2,0	-	-	0,6	0,1–5,0
δ-Cadinen	-	-	-	48,6	0,1	-	-	-	-	-
Carotol	36,1–73,1	66,78	30,55	-	-	38,9	-	-	44,4	4,7–49,8
Aromadendren	-	-	-	-	-	1,9	-	-	-	0–0,3
α-cedren	-	-	-	-	-	2,7	-	-	-	-
Estery										
Bornyl acetát	-	-	-	0,4	0,5	-	-	-	0,4	0,4–1,6
Ostatní										
Dauca-4,8-dien	1,6–5,9	-	-	-	-	-	-	-	1,5	0–0,6
(E)-Dauc-8-en-4β-ol	1,7–4,1	-	-	-	-	-	-	-	-	-
(3E,5E,8E)-3,7,11-Trimethyl-1,3,5,8,10-dodecapentaene	-	-	-	3,6	-	-	-	-	-	-
(E)-Methylisoeugenol	-	-	-	-	33,0	-	-	-	-	-



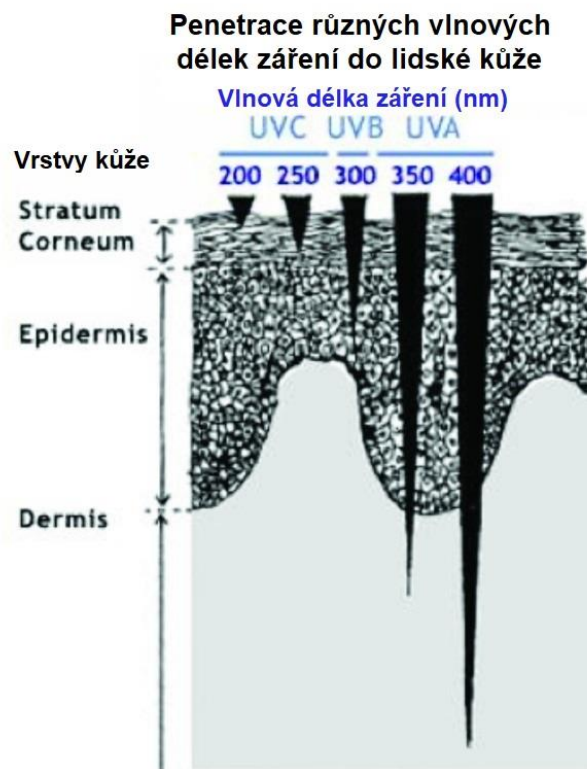
### 2.3.6 Mrkvový olej v potravinářství

Mrkvový olej získal v roce 1965 GRAS (*Generally Recognised as Safe*) status, který říká, že byl tento olej dostatečně prokázán jako bezpečný za podmínek jeho zamýšleného použití. V roce 1974 byl Radou Evropy zahrnut do seznamu aktuálně používaných ochucovacích substancí, které jsou dočasně povoleny k užívání, nicméně s možnou limitací aktivního obsahu ve finálním produktu. Například, extrakt karotenu může být díky své teplotní stabilitě použitý jako potravinové barvivo do nápojů, zmrzlin, ovocných produktů či pečiva. V mrkvovém oleji přítomný geranyl acetát je také využíván jako ochucovací látka. Nicméně mrkvový olej samotný, získaný ze semínek mrkve, je olejem esenciálním, a stejně jako všechny ostatní esenciální oleje, není určen ke konzumaci. Pro kulinářské účely je spíše využíván macerát mrkvového kořene. [91-94]

### 2.3.7 Mrkvový olej v kosmetice

Mrkvový olej má větší potenciál využití v kosmetice pro jeho pozitivní účinek na pokožku, kterou vyživuje, hydratuje a zpomaluje předčasné stárnutí kůže tím, že rekonstruuje mezibuněčnou hmotu. Pomáhá redukovat pleťové skvrny a má také mírné diuretické působení, čímž pomáhá eliminovat toxiny. [95-97]

Jedním z klíčových faktorů, proč je tento olej v současnosti zkoumán a testován, je jeho potenciál využití v opalovacích přípravcích. Existují tři typy UV záření, ale pouze dva z nich dopadají neporušenou ozónovou vrstvou na zemi – UVA a UVB. Všechny typy UV záření přispívají k celé řadě kožních chorob, od zánětů, přes degenerativní stárnutí až po rakovinu. UVA záření má delší vlnovou délku a do proniká do hlubších vrstev kůže (*Dermis*) než UVB (lze názorně vidět na obrázku č. 10). Studie [98] ukázaly, že po vícenásobném vystavení nízkému množství UVA záření dochází k významným dermatologickým a epidermálně histologickým změnám. Druhý typ, UVB, má kratší vlnovou délku a je typem záření, které je zodpovědné za spálení kůže. Tento typ záření sice neproniká tak hluboko do kůže jako UVA, pouze do vrstvy *epidermis*. UVB záření je ale absorbováno molekulami DNA, což může tuto molekulu modifikovat. K rakovině kůže však přispívají oba druhy záření. K tomu, abychom se před nimi chránili, potřebujeme zvolit správný ochranný prostředek. V dnešní době čím dál více lidí hledá přírodní alternativy chemických UV filtrů, které jsou běžně používané v opalovacích krémech. Některé přírodní oleje a másla, jako třeba avokádo, mají určitý přírodní ochranný faktor, nicméně je příliš nízký na to, aby poskytl jakoukoliv výraznou ochranu vůči UV záření. Co se týče mrkvového oleje, podle studie publikované v „*Pharmacognosy Magazine*“ v roce 2009 [99], mají produkty obsahující mrkvový olej vykazovat přirozený ochranný faktor (SPF) 38 - 40. Nicméně, tato studie testovala 14 nejmenovaných rostlinných opalovacích krémů, zakoupených od jediného distributora s tím, že ve studii je zmíněno pouze částečné složení – to bylinné. V případě vzorku ‚HS3‘, který obsahoval *Daucus carota*, uvádí studie ještě přítomnost samoduti (*Symplocos sp.*) a pšeničných klíčků. Při porovnání složení opalovacích krémů dodavatele se složením testovaného krému bylo zjištěno že šlo o produkt ‚*Biotique Carrot Face and Body Sun Lotion*‘, který obsahoval kromě zmíněných bylinných složek také zinek, jehož přítomnost indikuje možnou přítomnost minerálního UV filtru oxidu zinečnatého. Oxid zinečnatý je jedním z nejpoužívanějších filtrů v opalovacích přípravcích. Blokuje totiž jak UVA tak UVB záření. Většinou bývá přítomen spolu s oxidem titaničitým. Je proto velmi pravděpodobné, že zjištěný ochranný faktor byl vytvořen právě přítomným oxidem zinečnatým. [99-103]



Obrázek 10. Penetrace různých vlnových délek záření do lidské kůže [102]

### 2.3.8 Mrkvový olej ve farmacii

Farmakologicky aktivními složkami v mrkvovém oleji jsou tři flavonoidy: luteolin, luteolin 3'-O-beta-D-glukopyranosid a luteolin 4'-O-beta-D-glukopyranosid. [104] Luteolin je běžně se vyskytující flavonoid, kterého můžeme nalézt v mnoha rostlinách včetně ovoce, zeleniny a bylin. Významným potravinovým zdrojem luteolinu jsou citrusové plody, zejména pomeranče. Dále se vyskytují v brokolici, mrkvi, celeru a zeleném pepři. Mezi bylinky s jeho obsahem patří petržel nebo máta peprná. V čisté formě má luteolin žlutou barvu. Rostliny bohaté na luteolin byly využívány v čínské tradiční medicíně k léčbě vysokého krevního tlaku, různých zánětlivých onemocnění a rakoviny. Tím, že má luteolin protizánětlivé, antialergenní a protirakovinné účinky, tak působí jako antioxidant nebo jako biochemický prooxidant, pravděpodobně v závislosti na koncentraci a zdroji volných radikálů. Použití luteolinu ve farmaceutických přípravcích se týká hlavně jeho schopnosti zvládat zánětlivé stavy a oxidační stres. Kromě antioxidantních účinků však může podpořit i paměť či nervový systém. Tento účinek byl zkoumán v různých studiích na zvířatech a buňkách, kdy došlo ke snížení hladiny glutamátu, zmírnění zánětu mozku a oxidačního stresu, k podpoře růstu neuronů v hippocampu a k prevenci proteinových mutací. Jedno velké negativum luteolinu je to, že přínosná dávka této látky je těžko dosažitelná konzumací potravin. [105-107]

## 2.4 Malinový olej

Malinový olej je olej žluté barvy vyrobený ze semínek ostružiníku maliníku (*Rubus idaeus L.*) lisováním za studena nebo extrakcí.

### 2.4.1 Ostružiník maliník, maliník obecný (*Rubus idaeus L.*)

Ostružiník maliník, nebo také maliník obecný je listnatý, opadavý keř porostlý trny z čeledi růžovitých (*Rosaceae*). Dorůstá výšky až dvou metrů, kvete bílými pětičetnými květy, podobnými květům šípku, od května do června, a od července do září plodí maliny, z jejichž pečiček (semínek) je vyráběn malinový olej. Kromě známých plodů má také charakteristické listy, které jsou ze spodní strany porostlé šedými chloupky. Vyskytuje se po celé Evropě, severozápadní Africe i v Asii. Nejlépe se mu daří na pasekách, v prosvětlených lesích či na jejich okrajích. Roste na vlhkých písčitéch, či hlinitých půdách bohatých na živiny. [108,109]



Obrázek 11: Plod a semínka ostružiníku maliníku [110]

### 2.4.2 Výroba malinového oleje

Způsoby výroby, nebo spíše získávání malinového oleje, jsou omezenější než u mrkvového oleje. Malinový olej se získává z jader malin, které jsou odpadem po zpracování malin do marmelád nebo džusů. Tato jádérka můžeme pro získání oleje lisovat za studena, extrahovat organickým rozpouštědlem, extrahovat superkritickým fluidním CO<sub>2</sub> nebo pomocí ultrazvuku. První tři zmíněné metody byly vysvětleny již při mrkvovém oleji (kap. 2.3.3 Výroba mrkvového oleje).

#### 2.4.2.1 Extrakce za pomoci ultrazvuku

Klasické metody jako je Soxhletova extrakce a lisování za studena jsou časově náročné a potřebují velké množství rozpouštědla. Extrakce za pomoci ultrazvuku je rychlá a efektivní

metoda, která využívá ultrazvuku k vygenerování rychlého pohybu rozpouštědla, což vede k větší rychlosti přenosu hmoty a tím pádem i extrakce samotné. Tato metoda je ekonomická, šetrná k životnímu prostředí a výhodná. Extrakce probíhá v sonikační čistící lázni při frekvenci 40kHz. Do Erlenmeyerovy baňky se nadávkují rozdrčená semínka (1 g) a přidá se 40 ml rozpouštědla. Baňka je následně vložena do lázně, kde proběhne extrakce. Poté je extrakt ještě přefiltrován a dehydratován anhydridem. [111]

### 2.4.3 Složení malinového oleje

Semínka maliny obsahují asi 23% oleje, který je zdrojem nasycených i nenasycených mastných kyselin. Porovnání obsahu mastných kyselin podle různých studií je zobrazeno v tabulce č. 5. Jednotlivé studie se od sebe liší minimálně a složení malinového oleje z pohledu mastných kyselin by se dalo shrnout následovně: kyselina linolová (49-55%), kyselina  $\alpha$ -linolenová (28-33%), kyselina olejová (10-12%), kyselina palmitová (1-4%), kyselina arachidová (0,5%). V malinovém oleji se také vyskytují polyfenolické komponenty, fytosteroly, karotenoidy a vysoký obsah  $\gamma$ - a  $\alpha$ -tokoferolů a tokotrienolů, jak je možné vidět v tabulce č.6. [112-118]

Tabulka 5. Obsah mastných kyselin v malinovém oleji podle vybraných studií

Literární zdroj		[112]	[113]	[115]	[114]	[116]
Metoda derivatizace		Trans esterifik. CH <sub>3</sub> ONa	BF <sub>3</sub> v metanolu	Neznámá	Metanol-HCl/ toluen	Trans esterifik. CH <sub>3</sub> ONa
Použitá analytická metoda		GC-FID	GC-FID	GC-FID GC-MS	GC-FID	GC-FID
Mastné kyseliny		% obsah	% obsah	% obsah	% obsah	% obsah
Kyselina palmitová	C16:0	2,5	4,19	2,69	1,3	2,6
Kyselina palmitoolejová	C16:1 (n-7)	0,1	0,14	-	-	-
Kyselina stearová	C18:0	1,0	1,19	0,97	1,0	1,5
Kyselina olejová	C18:1 (n-9)	10,6	11,70	11,99	12,4	11,3
Izomer kyseliny olejové	C18:1 (n-7)	0,6	-	-	-	0,7
Kyselina linolová	C18:2 (n-6)	49,5	49,01	54,52	53,0	55,4
Kyselina $\alpha$ -linolenová	C18:3 (n-3)	33,5	33,02	29,11	32,4	28,8
Kyselina arachidová	C20:0	0,5	0,45	-	-	0,4
Kyselina eikosenová	C20:1 (n-9)	0,1	-	-	-	-
Kyselina behenová	C22:0	0,2	0,13	-	-	-
Kyselina eruková	C22:1 (n-9)	-	0,04	-	-	-
Kyselina lignocerová	C24:0	0,1	-	-	-	-
Kyselina klupadonová	C22:5 (n-3)	-	0,09	-	-	-

Tabulka 6. Obsah tokoferolů a tokotrienolů v malinovém oleji

Literární zdroj	[113]	[117]	[115]	[118]
Tokoferoly	mg/100g	mg/kg	mg/100g	mg/kg
α-tokoferol	65,61 ± 14,5	150,9 ± 1,6	46,1 ± 2,2	407,0 ± 22,9
β-tokoferol	3,83 ± 5,4	-	-	-
γ-tokoferol	193,58 ± 29,9	558,7 ± 7,4	144,0 ± 11,7	1640,7 ± 86,9
δ-tokoferol	32,17 ± 13,3	178,9 ± 0,4	7,1 ± 0,7	58,3 ± 3,2
Tokotrienoly				
α-tokotrienol	1,84 ± 2,5	-	-	-
β-tokotrienol	-	-	-	-
γ-tokotrienol	4,18 ± 2,2	-	-	7,2 ± 0,3
δ-tokotrienol	0,71 ± 0,7	-	-	-

#### 2.4.4 Malinový olej v potravinářství

Přírodně se vyskytující oleje v ovoci a zelenině jsou nejlepšími zdroji mastných kyselin pro lidské tělo. Malinový olej obsahuje vitamin B<sub>9</sub>, listovou kyselinu, která je v těle přeměněna na folát, používaný jako doplněk stravy. Folát je v těle nezbytný pro tvorbu DNA a RNA a metabolismus aminokyselin, který je potřebný pro buněčné dělení. Tím, že si lidské tělo nedokáže syntetizovat kyselinu listovou, jakožto substrát pro její přeměnu na folát, je potřebné ho získávat ze stravy. [119,120]

Malinový olej obsahuje keton nazývaný „rheosmin“ nebo „malinový keton“. Ketony jsou součástí lidského metabolismu a konkrétně se účastní rozkladu tukových buněk. Studie, prováděné na myších prokázaly, že vyšší obsah malinových ketonů může tento proces urychlit. I když nemůžeme předpokládat, že stejný efekt nastane v lidském těle, je tento poznatek předmětem diskuse a to zejména proto, že v poslední době je velice populární tzv. „keto dieta“, která spočívá v tom, že jsou z jídelníčku vyřazeny sacharidy a tělo využívá a spaluje mnohem více v těle nahromaděné tuky místo chybějících sacharidů. [121,122]

#### 2.4.5 Malinový olej v kosmetice

V kosmetice má tento olej zatím větší uplatnění. Může být přidáván do obličejových krémů, produktů na rty, očních krémů a produktů pečující o vlasy. Je dobrým zdrojem α-linolenové kyseliny, která oleji poskytuje protizánětlivé vlastnosti, zjemňuje podráždění pokožky a pomáhá v boji s akné tím, že otevírá póry a odstraňuje kožní maz. Kožní maz je sice směsí přírodních olejů a cholesterolů, které mají udržovat vlasy a pokožku v dobré kondici, nicméně je také dobrým prostředím pro růst bakterií způsobující akné. Vystává otázka, jak může aplikace oleje pomoci při problému, kdy je toho mazu vlastně v pokožce příliš. Odpovědí je to, že záleží jakým olejem je pokožka sycena. Kožní maz obsahující olejovou kyselinu způsobuje ucpávání pórů, kdežto malinový olej s kyselinou linolovou je schopen tyto póry uvolňovat a zároveň hydratovat. Vysoký obsah vitamínu A spolu s přítomností esenciálních mastných kyselin pomáhají při hojení pokožky. Vitamin E z tohoto oleje dělá velice žádaný produkt ve farmaceutickém i kosmetickém průmyslu, díky jeho silným protizánětlivým schopnostem. V oleji se vyskytují také polyfenoly jako antokynin a elagitanin, což je antioxidant, který pomáhá předcházet poškození kůže. K antioxidantní aktivitě oleje také přispívá vysoký obsah γ-tokoferolů a α-tokoferolů. Mimo jiné malinový olej pomáhá hydratovat pleť a zabraňuje jejímu vysušování. V péči o vlasy má v oleji největší vliv vitamin B<sub>9</sub> jakožto poskytovatel kyseliny

listové, která udržuje vlasy zdravé. [119] Složka v malinovém oleji, která pomáhá redukovat vrásky, je kyselina ellagová. [123,124]

Malinový olej, stejně jako mrkvový olej má potenciál v jeho využití do opalovacích přípravků. Studie [124], která testovala absorpci UV záření na laboratorně vypěstovaných lidských buňkách, aplikovala různé složky na tyto buňky, aby zjistila, která poskytne nejlepší ochranu UV záření. Složkou, která v této studii poskytla nejlepší ochranu byla ellagová kyselina, u které bylo SPF až 50. Jiná studie [115] testovala schopnost extrahovaného malinového oleje absorbovat paprsky UVA (320-400 nm), UVB (290-320 nm) a UVC (100-290 nm) záření. Optická transmitance malinového oleje byla srovnatelná s přípravky obsahující oxid titaničitý s ochranným faktorem proti UVB záření pohybujícím se mezi 28 - 50 a proti UVA mezi 6,75 - 7,5. Malinový olej tedy má určitý potenciál v ochraně před UV zářením, nicméně důležitým kritériem pro opalovací přípravky je jejich schopnost chránit jak před UVA, tak UVB paprsky. Malinový olej podle zatím dostupných studií poskytuje dobrou ochranu před UVB zářením, ale ochranu, kterou poskytuje před UVA paprsky, je poměrně nízká.

#### **2.4.6 Malinový olej ve farmacii**

Pro využití malinového oleje ve farmacii zatím nebylo napsáno mnoho publikací. Jediná nalezená studie studovala hepatoprotektivní účinky tohoto oleje. V této studii malinový olej vykazoval dobré účinky na aktivitu intracelulárních antioxidačních enzymů a zdá se, že chrání játra před oxidačním stresem. [125]

### 3. EXPERIMENTÁLNÍ ČÁST

#### 3.1 Seznam použitých chemikálií:

- Carrot seed oil (Mrkvový olej), Herbarom Laboratoire, Francie
- Malinový olej lisovaný za studena, Mýdlový svět, PhDr. Lubica Belášová, Česká Republika
- Ethanol 96% p. a., Lach-Ner, Česká republika
- Fenolftalein p. a., Lach-Ner, Česká republika
- Hexan p. a., Lach-Ner, Česká republika
- Hydroxid draselný p. a., Lach-Ner, Česká republika
- Hydroxid sodný p. a., Lach-Ner, Česká republika
- Chlorid sodný p. a., Lach-Ner, Česká republika
- Chloroform p. a., Lach-Ner, Česká republika
- Izooktan Penta, Česká republika
- Jodid draselný p. a., Lach-Ner, Česká republika
- Jodmonobromid p. a., Merck, Německo
- Kyselina chlorovodíková 35% p. a., Lach-Ner, Česká republika
- Kyselina linolová pre GC, Sigma-Aldrich, Německo
- Kyselina octová 98% p.a., Lach-Ner, Česká republika
- Metanol p. a., Lach-Ner, Česká republika
- Petroléter p. a., Penta, Česká republika
- Síran sodný bezvodý p. a., Lach-Ner, Česká republika
- Škrob rozpustný p.a., Lach-Ner, Česká republika
- Thiosíran sodný pentahydrát p.a., Lach-Ner, Česká republika
- Vodík 5.5, SAID, tlaková nádoba s redukčním ventilem
- Vzduch 5.0, SAID, tlaková nádoba s redukčním ventilem
- Dusík 5.0, SAID, tlaková nádoba s redukčním ventilem a kovovou membránou

#### 3.2 Přístroje a pomůcky

- Plynový chromatograf TRACE GC, ThermoQuest Italia S. p. A., Taliansko, plamenově-ionizační detektor, split/splitless injektor, kapilární kolona DB WAX (30 m × 0,32 mm × 0,5 μm)
- Počítač so softwarem TRACE na zpracování dat
- Predvážky, EK-1200i, AND A&D INSTRUMENT LTD, Spojené království

- Analytické digitální váhy, GR-202, AND A&D INSTRUMENT LTD, Spojené království
- Topné hnízdo, Brněnská drutěva, Česká republika
- Bežné laboratorní sklo
- Vialky
- Parafilm, Pechiney Plastic Packaging, Chicago, USA
- Mikropipeta, Sartorius Biohit Proline mechanická 100 – 1000 µl, Fisher Scientific, USA
- Mikropipeta, Biohit Proline mechanická 10 – 100 µl, Fisher Scientific, USA
- Zpětný chladič
- Varné kuličky

### 3.3 Tukové charakteristiky olejů

#### 3.3.1 Stanovení čísla kyselosti

##### Přístroje a pomůcky:

Předvážky, elektrický vařič, titrační baňka, byreta, odměrný válec

##### Příprava roztoků:

0,1 mol·l<sup>-1</sup> roztok hydroxidu draselného v ethanolu: 5,6 g tuhého hydroxidu draselného bylo doplněno do 1000 ml 96% ethanolem

1 % fenolftalein: 1 g fenolftaleinu byl doplněn do 100 ml ethanolem

##### Pracovní postup stanovení čísla kyselosti:

Do titrační baňky bylo naváženo 5 g vzorku oleje. K tomuto množství bylo přidáno 100 ml 96% ethanolu a směs byla zahřívána na elektrickém vařiči až k varu. Po dosažení varu byl obsah titrační baňky promíchán, byly přidány 3 kapky 1% fenolftaleinu a směs byla titrována odměrným roztokem 0,1 mol·l<sup>-1</sup> KOH v 96% ethanolu do slabě růžového zbarvení. Každý vzorek byl analyzován třikrát.

##### Výpočetní vztah:

$$\check{C}_k = \frac{c_{\text{KOH}} \cdot V_{\text{KOH}} \cdot M_{\text{KOH}}}{m_{\text{vzorku}}}$$

Kde  $c_{\text{KOH}}$  je koncentrace odměrného roztoku KOH (mol·l<sup>-1</sup>),  $V_{\text{KOH}}$  je objem odměrného roztoku KOH spotřebovaného na titraci vzorku (ml),  $M_{\text{KOH}}$  je molární hmotnost hydroxidu draselného (g·mol<sup>-1</sup>) a  $m_{\text{vzorku}}$  je hmotnost naváženého vzorku (g).

#### 3.3.2 Stanovení čísla zmydelnění

##### Přístroje a pomůcky:

Váhy, topné hnízdo, destilační baňka, zpětný chladič, byreta, pipeta 25 ml



### Příprava roztoků:

0,5 mol·l<sup>-1</sup> roztok hydroxidu draselného v ethanolu: 28 g tuhého KOH bylo rozpuštěno ve 20 ml destilované vody a do 1000 ml byl doplněn 96% ethanol, skladován v tmavé lahvi opatřené gumovou zátkou.

0,5 mol·l<sup>-1</sup> kyselina chlorovodíková: 46 ml 36% HCl bylo doplněno do 1000 ml destilovanou vodou

### Pracovní postup:

Do malé destilační baňky byly naváženy 2 g vzorku oleje, k němuž bylo přidáno 25 ml 0,5 mol·l<sup>-1</sup> roztoku hydroxidu draselného v 96% ethanolu. Následně byla směs po dobu 30 minut zmydelňována pod zpětným chladičem na topném hnízdě. Po 30 ti minutách, kdy byl obsah baňky čirý, byl nezreagovaný hydroxid ihned za horka titrován 0,5 mol·l<sup>-1</sup> roztokem kyseliny chlorovodíkové. Bod ekvivalence byl u mrkvového oleje určen potenciometrickou titrací, u malinového titrací na fenolftalein. Každý vzorek byl analyzován třikrát a slepý pokus jednou.

### Výpočetní vztah:

$$\check{c}_z = \frac{M_{\text{KOH}} \cdot c_{\text{HCl}} \cdot (V_{\text{sl}} - V_{\text{vz}})}{m_{\text{vzorku}}}$$

Kde  $c_{\text{HCl}}$  je koncentrace odměrného roztoku kyseliny chlorovodíkové (mol·l<sup>-1</sup>),  $V_{\text{sl}}$  je objem odměrného roztoku KOH spotřebovaného na titraci slepého vzorku (ml),  $V_{\text{vz}}$  je objem odměrného roztoku KOH spotřebovaného na titraci vzorku (ml)  $M_{\text{KOH}}$  je molární hmotnost hydroxidu draselného (g·mol<sup>-1</sup>) a  $m_{\text{vzorku}}$  je hmotnost naváženého vzorku (g).

### 3.3.3 Stanovení esterového čísla

Esterové číslo bylo stanoveno pouze pomocí výpočtů z rozdílu čísla zmydelnění a čísla kyselosti.

### Výpočetní vztahy:

$$\check{c}_e = \check{c}_z - \check{c}_k$$
$$\% \text{ glycerolu} = 0,0547 \cdot \check{c}_E$$

### 3.3.4 Stanovení jodového čísla podle Hanuš

#### Přístroje a pomůcky:

Váhy, elektrický vařič, zábrusové Erlenmeyerovy baňky se zátkami, odměrný válec 25 ml, pipeta 25 ml, byreta.

#### Příprava roztoků:

Jodmonobromidový roztok: 20,7 g jodmonobromidu bylo rozpuštěno ve 100 ml ledové kyseliny octové třepáním, následně byl tento roztok doplněn do 1000 ml kyselinou octovou.

0,1 mol·l<sup>-1</sup> thiosíran sodný: 24,82 g pentahydrátu thiosíranu sodného bylo doplněno do 1000 ml destilovanou vodou.

0,4% škrobový maz: 0,4 g rozpustného škrobu bylo přidáno do 100 ml horké vody a za stálého míchání byla poté přidána jedna kapka methanolu.

10% jodid draselný: 10 g jodidu draselného bylo rozpuštěno ve 100 ml destilované vody.

#### Pracovní postup:

Do Erlenmeyerovy baňky se zábrusem bylo naváženo 0,5 g oleje, bylo přidáno 10 ml chloroformu a olej v něm byl rozpuštěn. Poté bylo přidáno 25 ml Hanušova činidla a baňka byla uzavřena zátkou, která byla ovlhčena roztokem jodidu draselného, aby byl zadržen unikající jod. Obsah baňky byl promíchán a byl ponechán stát 1 hodinu ve tmě, přičemž byl občasné míchán. Po uběhnutí 1 hodiny bylo přidáno 25 ml roztoku jodidu draselného, zátky byla opláchnuta destilovanou vodou do baňky a do baňky bylo přidáno 100 ml destilované vody. Vzniklý roztok byl následovně titrován odměrným roztokem thiosíranu sodného do oranžového zbarvení. Poté byly přidány 3 ml škrobového mazu a roztok byl dále titrován do odbarvení vodné fáze. V případě, kdy byla chloroformová fáze zbarvena fialově/růžově, byl obsah baňky protřepán a vodná fáze byla následně dotitrována. Paralelně byl také připraven slepý pokus bez navážky tuku.

#### Výpočetní vztah:

$$\check{c}_j = \frac{(V_{sl} - V_{vz}) \cdot c_{thios} \cdot M_{jod}}{10 \cdot m_{vzorku}}$$

Kde  $c_{thios}$  je koncentrace odměrného roztoku thiosíranu sodného ( $\text{mol}\cdot\text{l}^{-1}$ ),  $V_{sl}$  je objem odměrného roztoku thiosíranu sodného spotřebovaného na titraci slepého vzorku (ml),  $V_{vz}$  je objem odměrného roztoku thiosíranu sodného spotřebovaného na titraci vzorku (ml),  $M_{jod}$  je molární hmotnost jodu ( $\text{g}\cdot\text{mol}^{-1}$ ) a  $m_{vzorku}$  je hmotnost naváženého vzorku (g).

### 3.3.5 Stanovení peroxidového čísla

#### Přístroje a pomůcky:

Váhy, zábrusové Erlenmeyerovy baňky se zátkami, pipeta 1 ml, odměrný válec 100 ml, byreta.

#### Pracovní postup:

Do Erlenmeyerovy baňky byly naváženy 3 g tuku. Poté bylo ke vzorku přidáno 50 ml směsi kyseliny octové a chloroformu, 1 ml nasyceného roztoku KI a směs byla pomalým kroužením promíchána. Baňka byla následně uzavřena a ponechána stát ve tmě po dobu 20 minut. Poté bylo do baňky přidáno 100 ml destilované vody, baňka byla protřepána a obsah baňky byl titrován odměrným roztokem thiosíranu sodného do změny žlutého zbarvení na téměř bezbarvé. Poté byl přidán 1 ml škrobového mazu a roztok byl titrován do chvíle, kdy byla horní vrstva bezbarvá a spodní pouze nažloutlá. V případě, kdy byla chloroformová fáze zbarvena fialově/růžově, byl obsah baňky protřepán a vodná fáze byla následně dotitrována.

#### Výpočetní vztah:

$$\check{c}_p = 1000 \cdot \frac{c_{thios} \cdot V_{vz}}{m_{vzorku}}$$

Kde  $c_{thios}$  je koncentrace odměrného roztoku thiosíranu sodného ( $\text{mol}\cdot\text{l}^{-1}$ ),  $V_{vz}$  je objem odměrného roztoku thiosíranu sodného spotřebovaného na titraci vzorku (ml) a  $m_{vzorku}$  je hmotnost naváženého vzorku (g).

### 3.4 Stanovení mastných kyselin

#### 3.4.1 Bazická esterifikace metanolickým roztokem KOH

Mastné kyseliny přítomné v oleji je potřeba nejdříve převést na methylestery. Tato esterifikace byla provedena podle normy ČSN EN ISO 12966-2. [127]

#### Příprava roztoků:

2 mol·l<sup>-1</sup> KOH: 2,24 g KOH bylo za mírného ohřívání rozpuštěno ve 20 ml methanolu

#### Pracovní postup:

Do vialky s gumovou zátkou bylo naváženo 0,5 g vzorku oleje. K oleji bylo přidáno 2,5 ml izooktanu a 0,5 ml metanolického roztoku KOH. Vytvořená směs byla protřepávána po dobu 10 minut a následně se nechala odstát minimálně 5 minut do chvíle oddělení fází. Poté byl z horní vrstvy odebrán 1 ml na GC - FID analýzu.

#### 3.4.2 Podmínky stanovení mastných kyselin pomocí GC-FID

Optimalizované podmínky GC-FID analýzy byly převzaty z bakalářské práce Bc. Masára [128], na kterou tato experimentální část částečně navazuje.

- Plynový chromatograf TRACE GC (ThermoQuest Italia S. p. A)
- Autosampler AI/AS 3000
- Kapilární kolona DB 23 o rozměrech 60 m × 0,25 mm × 0,25 μm
- Nosný plyn: dusík, průtok 0,5 ml/min
- Vstup:
  - o Teplota injektoru: 250 °C
  - o Dávkování: bez děliče toku (splitless): ventil uzavřen 5 minut
  - o Dávkování: autosampler 1 μl
- Teplotní program:
  - o 60 °C 10 minut
  - o Vzestupný gradient 12 °C/min do 200 °C s výdrží 10 minut
  - o Vzestupný gradient 5 °C/min do 220 °C s výdrží 15 minut
  - o Vzestupný gradient 10 °C/min do 240 °C s výdrží 7 minut
- Plamenově-ionizační detektor (FID):
  - o Teplota detektoru: 250 °C
  - o Průtok vzduchu: 350 ml·min<sup>-1</sup>
  - o Průtok vodíku: 35 ml·min<sup>-1</sup>
  - o Make-up dusíku: 30 ml·min<sup>-1</sup>

### 3.4.3 Identifikace a kvantifikace mastných kyselin

Identifikace jednotlivých metylesterů mastných kyselin (MEMK) ve vzorcích byla provedena porovnáním retenčních časů identických standardů. Kvantifikace byla provedena výpočty z ploch jednotlivých píků za pomoci následujících vztahů. Nejprve byla vypočtena koncentrace methylesterů mastných kyselin podle vztahu (4):

$$c_{MEMK} = \frac{c_s \cdot P_{MEMK}}{P_s} \quad (4)$$

Kde  $c_{MEMK}$  udává koncentraci MEMK v extraktu ( $\text{mg} \cdot \text{ml}^{-1}$ ),  $P_{MEMK}$  plochu píku MEMK v extraktu ( $\text{mV} \cdot \text{s}$ ),  $c_s$  koncentraci standardu ( $\text{mg} \cdot \text{ml}^{-1}$ ) a  $P_s$  plochu píku standardu ( $\text{mg} \cdot \text{ml}^{-1}$ )

Koncentrace MEMK byla následně přepočtena na koncentraci MK podle vztahu (5):

$$c_{MK} = \frac{c_{MEMK} \cdot M_{MK}}{M_{MEMK}} \quad (5)$$

Kde  $c_{MK}$  udává koncentraci MK v extraktu ( $\text{mg} \cdot \text{ml}^{-1}$ ),  $c_{MEMK}$  udává koncentraci MEMK v extraktu ( $\text{mg} \cdot \text{ml}^{-1}$ ),  $M_{MK}$  molární hmotnost MK ( $\text{g} \cdot \text{mol}^{-1}$ ) a  $M_{MEMK}$  molární hmotnost MEMK ( $\text{g} \cdot \text{mol}^{-1}$ ).

Poté byla koncentrace MK přepočtena na původní objem v baňce podle vztahu (6):

$$m_{MK} = c_{MK} \cdot V \quad (6)$$

Kde  $m_{MK}$  vyjadřuje celkovou hmotnost MK v baňce (mg),  $c_{MK}$  udává koncentraci MK v extraktu ( $\text{mg} \cdot \text{ml}^{-1}$ ) a  $V$  vyjadřuje objem isooktanu přidaného při extrakci.

Nakonec bylo množství MK v oleji vyjádřeno v  $\text{mg} \cdot \text{g}^{-1}$  pomocí vztahu (7)

$$c_{MK \text{ v oleji}} = \frac{m_{MK}}{m_{oleje}} \quad (7)$$

### 3.4.4 Statistické zpracování dat

Veškerá data byla zpracována a vyhodnocena pomocí programu MS Excel. Každý olej byl dohromady měřen osmkrát - čtyřikrát nezředěný a čtyřikrát zředěný 100x. Výsledky jsou vyjádřeny v  $\text{mg} \cdot \text{g}^{-1}$  oleje ve tvaru aritmetického průměru  $\pm$  směrodatná odchylka.

## 4. VÝSLEDKY A DISKUSE

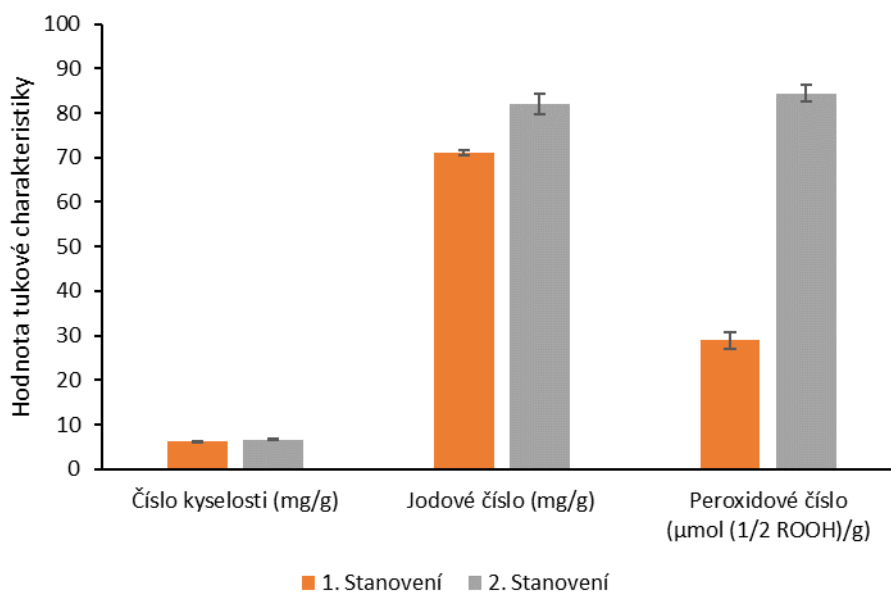
### 4.1 Tukové charakteristiky olejů

Byly stanoveny základní tukové charakteristiky mrkvového a malinového oleje: číslo kyselosti, číslo zmydlnění, esterové číslo, jodové číslo a peroxidové číslo. V tabulce č. 8 je možné vidět výsledné hodnoty stanovení těchto čísel. Tukové charakteristiky pro mrkvový olej byly stanovovány dvakrát. Při prvním stanovení nebyla z technických důvodů změřena celá sada čísel, a kvůli určité časové prodlevě byly následně znovu proměřeny i hotové charakteristiky spolu s chybějícími.

Tabulka 7. Tukové charakteristiky mrkvového a malinového oleje

	Mrkvový olej (1.)	Mrkvový olej (2.)	Malinový olej
Číslo kyselosti ( $\text{mg}\cdot\text{g}^{-1}$ )	$6,31 \pm 0,06$	$6,68 \pm 0,07$	$2,81 \pm 0,18$
Číslo zmydlnění ( $\text{mg}\cdot\text{g}^{-1}$ )	-	$27,62 \pm 10,04$	$192,02 \pm 6,38$
Esterové číslo ( $\text{mg}\cdot\text{g}^{-1}$ )	-	$20,94 \pm 10,11$	$189,21 \pm 6,51$
Obsah glycerolu (%)	-	$1,15 \pm 0,55$	$10,35 \pm 0,36$
Jodové číslo ( $\text{mg}\cdot\text{g}^{-1}$ )	$71,15 \pm 0,53$	$81,89 \pm 2,29$	$96,87 \pm 2,13$
Peroxidové číslo ( $\mu\text{mol (1/2 ROOH)}\cdot\text{g}^{-1}$ )	$28,89 \pm 1,92$	$84,44 \pm 1,92$	$43,33 \pm 5,77$

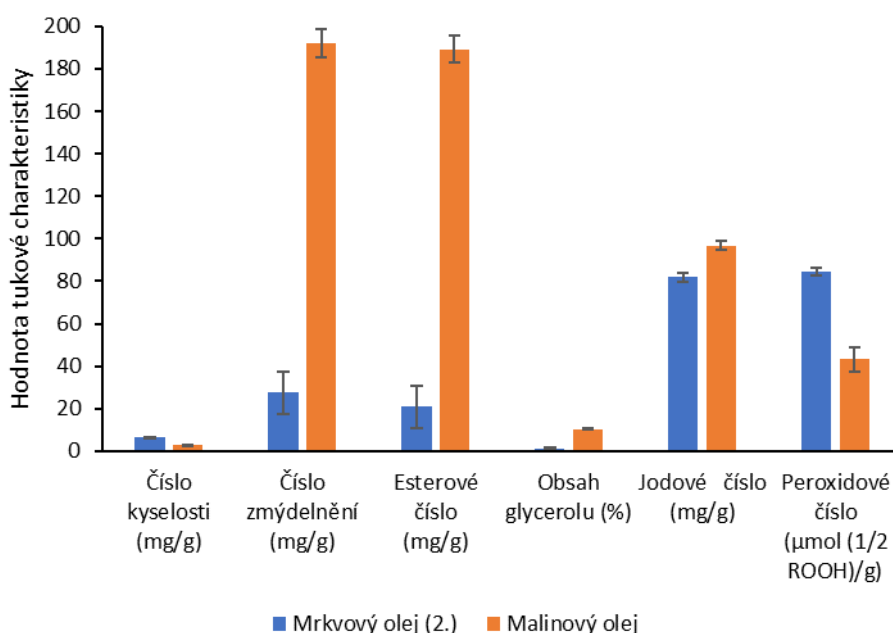
Druhé stanovení mrkvového oleje bylo provedeno po pěti měsících od prvního stanovení. Olej byl během této doby uskladněn v tmavé skleněné lahvi v ledničce. Nicméně i přes správné uskladnění je možné u něj pozorovat určitý stupeň degradace. V grafu č.1 lze porovnat jednotlivá tuková čísla prvního a druhého stanovení. Množství volných mastných kyselin se výrazně nezměnilo. Největší rozdíl nastal ve stanovených hodnotách peroxidového čísla. Peroxidové číslo představuje obsah primárních produktů oxidace, čímž je zároveň ukazatelem žluklosti oleje - čím vyšší je hodnota peroxidového čísla, tím více je olej zoxidován. Přestože byl olej dobře uskladněn, množství peroxidů v oleji se navýšilo na téměř trojnásobek množství



Graf č. 1 Porovnání tukových charakteristik mrkvového oleje s rozestupem stanovení pěti měsíců

v prvním stanovení. Mohlo tedy dojít k oxidaci během manipulace s olejem. Menší rozdíl může být pozorován i u jodového čísla, které je měřítkem obsahu dvojných vazeb.

Graf č. 2 porovnává tukové charakteristiky mrkvového a malinového oleje. Číslo kyselosti je u mrkvového oleje mírně vyšší než u oleje malinového, což znamená, že je v něm přítomno více volných mastných kyselin a triacylglycerol je více hydrolyzován. Mnohem větší rozdíl nastal v čísle zmýdelnění, které nám udává množství volných i vázaných mastných kyselin v oleji. V malinovém oleji je mnohem větší množství vázaných mastných kyselin na 1 g oleje, což bylo následně potvrzeno hodnotami esterového čísla, které udává právě to, kolik je v oleji estericky vázaných kyselin. V jodovém čísle byl také zaznamenán rozdíl, který indikuje přítomnost většího množství nenasycených mastných v malinovém oleji. Malinový olej byl analyzován o čtyři měsíce dříve než mrkvový olej, což se také projevilo na hodnotě peroxidového čísla neboli stupni oxidační degradace. Přestože malinový olej má nižší hodnotu peroxidového čísla než mrkvový olej, určitý proces degradace v něm také proběhl, protože dodavatel uvádí, že by tato hodnota měla být nižší než 20, což nebylo splněno.



Graf č. 2 Tukové charakteristiky mrkvového oleje z druhého stanovení a malinového oleje

## 4.2 Stanovení mastných kyselin

Mastné kyseliny byly stanoveny jako methylestery pomocí plynového chromatografu s plamenově-ionizačním detektorem. Výsledky analýzy jednotlivých olejů byly zaneseny do tabulek 8 a 9. V mrkvovém oleji bylo celkem identifikováno a kvantifikováno 14 mastných kyselin. Olej obsahoval největší množství kyseliny myristolejové, kapronové, heptadekanové, kaprylové, kaprinové, olejové a dalších několik kyselin v menším množství. Podle literatury [51,76,80-83] by se měly v mrkvovém oleji nacházet v nejvyšším množství kyseliny petroselinová, palmitová, linolová a stearová; ikdyž, jak je patrné z tabulky č. 3, výsledky jednotlivých studií se poměrně výrazně liší. Ve všech případech však dominuje kyselina petroselinová. Důvodem mohlo být použití jiné metody derivatizace mastných kyselin, kterou byla ve většině studií zmiňovaných výše (viz. Tabulka č. 3) kyselá esterifikace za použití  $\text{BF}_3$ . V této práci byly mastné kyseliny esterifikovány bazicky v metanolickém roztoku KOH. Co se týče kyseliny petroselinové, vzhledem k tomu, že nebyl k dispozici její standard, nebylo by

možné ji identifikovat a kvantifikovat. Je však možné předpokládat, že díky tomu, že je kyselina petroselinová izomerem kyseliny olejové, byl její pík byl sjednocený s píkem kyseliny olejové. Jsou to totiž izomery, které je možné od sebe identifikovat pouze při použití vyšších esterů než metylesterů. Toto může být cílem dalšího navazujícího experimentu. Na rozdíl od mrkvového oleje se složení malinového oleje z pohledu mastných kyselin s literárními zdroji [112-116] poměrně shoduje. V obou případech byla v olejích obsažena v nejvyšších množstvích kyselina linolová,  $\alpha$ -linolenová a olejová, největším rozdílem byl obsah kyseliny myristoolejové, který byl v analyzovaném oleji poměrně vysoký (viz. Tabulka č. 9), zatímco uvedené studie ji neuvádějí.

Tabulka 8. Koncentrace identifikovaných mastných kyselin v mrkvovém oleji

Mastné kyseliny		T <sub>R</sub> (min)	c <sub>MK</sub> (mg·g <sup>-1</sup> )
Kyselina kapronová	C6:0	4,88	16,68 ± 0,58
Kyselina kaprylová	C8:0	6,22	3,74 ± 0,10
Kyselina kaprinová	C10:0	7,63	8,12 ± 0,34
Kyselina undekanová	C11:0	8,31	0,15 ± 0,02
Kyselina laurová	C12:0	8,91	9,22 ± 0,13
Kyselina myristoolejová	C14:1	11,59	267,53 ± 4,60
Kyselina <i>cis</i> -10-pentadecenová	C15:1	12,76	0,70 ± 0,02
Kyselina heptadekanová	C17:0	14,82	17,33 ± 7,34
Kyselina <i>cis</i> -10-heptadecenová	C17:1	15,66	1,02 ± 0,07
Kyselina stearová	C18:0	16,99	0,41 ± 0,25
Kyselina olejová	C18:1 <i>cis</i>	17,47	2,67 ± 0,19
Kyselina linolová	C18:2 <i>cis</i>	18,31	0,85 ± 0,11
Kyselina $\alpha$ -linolenová	C18:3n3	19,61	0,75 ± 0,05
Kyselina <i>cis</i> -11,14-eikosadienová	C20:2	23,69	0,281 ± 0,004

Tabulka 9. Koncentrace identifikovaných mastných kyselin v malinovém oleji

Mastné kyseliny		T <sub>R</sub> (min)	c <sub>MK</sub> (mg·g <sup>-1</sup> )
Kyselina myristová	C14:0	11,11	0,35 ± 0,01
Kyselina myristoolejová	C14:1	11,58	50,36 ± 0,03
Kyselina pentadekanová	C15:0	12,28	0,08 ± 0,08
Kyselina palmitová	C16:0	13,59	24,65 ± 1,01
Kyselina stearová	C18:0	16,92	7,97 ± 0,74
Kyseliny olejová	C18:1 <i>cis</i>	17,33	58,64 ± 2,67
Kyselina linolová	C18:2 <i>cis</i>	18,28	117,09 ± 5,96
Kyselina $\alpha$ -linolenová	C18:3n3	19,65	53,07 ± 2,58
Kyselina arachová	C20:0	21,80	0,24 ± 0,01
Kyselina <i>cis</i> -11-eikosenová	C20:1	22,43	0,16 ± 0,01
Kyselina eruková	C22:1	31,07	3,35 ± 4,26

## 5. ZÁVĚR

Cílem této bakalářské práce bylo zpracovat přehled aktuálně využívaných rostlinných olejů, vytvořit literární rešerši dvou vybraných moderních rostlinných olejů, které mají potenciál využití v potravinářství, kosmetice a farmacii a provést jejich základní charakteristiku.

Mezi nejvyužívanější oleje v současné době patří kokosový, arganový, řepkový, slunečnicový, olivový, lněný, dýňový, mandlový, avokádový, růžový, bambucký nebo čajovníkový olej. Tyto oleje jsou populární zejména v kosmetice pro své hydratační schopnosti - po jejich aplikaci na kůži jsou schopny v ní déle udržet vodu. Řada je hojně využívána díky svým antimikrobiálním a antioxidačním vlastnostem. V potravinářství jsou tyto oleje využívány na přípravu převážně studených pokrmů, některé jsou však vhodné i pro smažení či pečení (slunečnicový olej, řepkový olej). Dále se také využívají při výrobách margarínů a majonéz. Jejich využití ve farmacii se vzájemně liší.

Mrkvový a malinový olej jsou dva moderní rostlinné oleje, které mají potenciál využití v opalovacích přípravcích. Mrkvový olej může být vyroben lisováním semínek, extrakcí semínek nebo macerací kořene mrkve. Nejčastěji bývá vyroben z mrkve obecné seté a mrkve obecné pravé. U tohoto oleje bylo napsáno několik studií pojednávajících o jeho antibakteriálních, antifungálních, antioxidačních vlastnostech. Mrkvový olej je podle nich efektivní proti Gram-pozitivním bakteriím a také proti houbám *Cryptococcus neoformans*. Výrazná antioxidační aktivita tohoto oleje zatím nebyla potvrzena. Mastné kyseliny nejvíce obsažené v oleji jsou kyselina petroseliniová, linolová, palmitová, stearová a palmitoolejová. Z těkavých komponent zaujímá největší obsah carotol,  $\alpha$ -pinen,  $\beta$ -carophylen, daucol a  $\beta$ -bisabolen. V potravinářství nemá zatím velké využití, některé extrakty látek se používají jako barviva či ochucovadla, ale pro kulinářské účely je využíván macerát mrkvového kořene. Potenciální využití mrkvového oleje do opalovacích přípravků jako prvku poskytující ochranu před UV zářením ještě nebylo žádnou studií potvrzeno. Jedna studie deklarovala SPF mrkvového oleje 38-40, později však bylo prokázáno, že v testované směsi byl přítomen také oxid zinečnatý, který je jedním z nejpoužívanějších UV filtrů v opalovacích krémech, proto otázka ochranného faktoru samotného mrkvového oleje zůstává otevřená. Ve farmacii má tento olej potenciál v léčbě vysokého krevního tlaku, různých zánětlivých onemocnění a rakoviny, a to díky přítomnému luteolinu.

Malinový olej je olej žluté barvy vyrobený ze semínek ostružiníku maliníku lisováním za studena nebo extrakcí. Mastné kyseliny vyskytující se v největším množství v malinovém oleji jsou kyselina linolová,  $\alpha$ -linolenová, olejová, palmitová a arachidová. V tomto oleji je možné také nalézt velké množství tokoferolů a tokotrienolů, které, kromě přítomných polyfenolů, přispívají k jeho antioxidační aktivitě. V potravinářství má využití zejména výživové, obsahuje totiž kyselinu listovou, která je potřebná pro buněčné dělení. Dále také obsahuje „malinový keton“, který údajně může urychlit rozklad tukových buněk při tzv. „keto dietě“. Malinový olej poskytuje ochranný faktor proti UVB paprskům v rozmezí 28-50, ale proti UVA paprskům je to už jenom 6,75-7,5. Důležitým kritériem ochranných látek do opalovacích přípravků je jejich schopnost chránit jak před UVA, tak UVB zářením. Malinový olej poskytuje poměrně nízkou ochranu proti UVA paprskům.

V experimentální části této bakalářské práce byly stanovovány základní tukové charakteristiky a profil mastných kyselin obou vybraných olejů. Mrkvový olej byl z technických důvodů a vzhledem k následní celostátní karanténě analyzován dvakrát s rozestupem téměř pěti měsíců. Při porovnání těchto dvou stanovení bylo možné pozorovat určitý stupeň degradace na peroxidovém čísle, přestože byl olej skladován po celou dobu v chladničce v tmavé, uzavřené nádobě. Jodové číslo bylo také lehce vyšší. Bylo také porovnáno 2. stanovení



mrkvového oleje se stanovenými hodnotami malinového oleje. Tuková čísla pro malinový olej byla stanovována o čtyři měsíce dříve, což se projevilo opět na peroxidovém čísle, které je ukazatelem množství produktů oxidace. Mimo to bylo možné vidět významné rozdíly v čísle kyselosti, zmýdelnění a esterovém čísle. V mrkvovém oleji bylo více volných mastných kyselin než v oleji malinovém. Malinový olej měl však mnohem větší množství všech mastných kyselin, a kyselin estericky vázaných, což se značně projevilo na čísle zmýdelnění a esterovém čísle.

Při analýze profilu mastných kyselin u mrkvového oleje bylo metodou GC-FID identifikováno a kvantifikováno 14 mastných kyselin. Olej obsahoval největší množství kyseliny myristoolejové, kapronové, heptadekanové, kaprylové, kaprinové, olejové a dalších několik kyselin v menším množství. Stanovené kyseliny se však neshodovaly s literární rešerší (viz. Tabulka č. 3) [51,76,80-83], kde byla v oleji nejvíce přítomna kyselina petroselinová, linolová, palmitová a stearová. Důvodem mohlo být použití jiné metody derivatizace a nebo také jiných podmínek analýzy v plynovém chromatografu. U malinového oleje bylo identifikováno 11 mastných kyselin a na rozdíl od mrkvového oleje se jeho složení poměrně shoduje se složením zaneseným v literární rešerši. V obou případech byla v olejích obsažena v nejvyšších množstvích kyselina linolová,  $\alpha$ -linolenová a olejová, největším rozdílem byl obsah kyseliny myristoolejové, která se ve výsledcích analýz literárních zdrojů nevyskytovala (viz. Tabulka č. 5) [112-116].

Do budoucna by práce navazující na tuto bakalářskou práci mohly být zaměřené na optimalizaci podmínek pro stanovení mastných kyselin mrkvového oleje, dále na antioxidační aktivitu jak malinového, tak mrkvového oleje nebo také na jejich schopnost absorbovat UV záření.

## 6. SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK A SYMBOLŮ

ABTS	2,2'-azinobis(3-ethyl-2,3-dihydrobenzothiazol-6-sulfonát)
DNA	Deoxyribonukleová kyselina
DPPH	2,2-difenyl-1-pikrylhydrazyl
FAO	<i>Food and Agriculture Organization of the United Nations</i> Organizace pro výživu a zemědělství
GC	<i>Gas chromatography</i> , Plynová chromatografie
GC-FID	<i>Gas chromatography with flame ionization detector</i> Plynová chromatografie s plamenově-ionizačním detektorem
GC-MS	<i>Gas chromatography-mass spectrometry</i> Plynová chromatografie s hmotnostní spektrometrií
GC-QTOF-MS	<i>Gas chromatography-quadrupole time of flight-mass spectrometry</i> Plynová chromatografie s hmotnostní spektrometrií s kvadrupólem a analyzátozem doby letu
HDL	<i>High-density lipoprotein</i> , Vysokodenzitní lipoprotein
LDL	<i>Low-density lipoprotein</i> , Nízkodenzitní lipoprotein
MEMK	Metyl estery mastných kyselin
MK	Mastné kyseliny
NMR	Nukleární magnetická rezonance
ORAC	<i>Oxygen radical absorbance capacity</i> Kapacita absorbance kyslíkových radikálů
SPF	<i>Sun protecting factor</i> , sluneční ochranný faktor
TAG	Triacylglycerol
UV	<i>Ultraviolet</i> , ultrafialové
UVA	Dlouhovlnné ultrafialové
UVB	Středněvlnné ultrafialové
WHO	<i>World health organization</i> Světová zdravotnická organizace

## 7. ZDROJE

- [1] Gupta, Monoj K.. (2017). Practical Guide to Vegetable Oil Processing (2nd Edition). AOCS Press. Retrieved from <https://app.knovel.com/hotlink/toc/id:kpPGVOPE01/practical-guide-vegetable/practical-guide-vegetable>
- [2] Berdick, M. The role of fats and oils in cosmetics. J Am Oil Chem Soc 49, 406–408 (1972). <https://doi.org/10.1007/BF02582522>
- [3] DOSTÁLOVÁ, Jana a Pavel KADLEC. Potravinářské zbožíznalství: technologie potravin. Ostrava: Key Publishing, 2014, 425 s. : barev. il. ; 24 cm. ISBN 978-80-7418-208-2.
- [4] *Encyclopedia Of Food Science And Nutritions*. 2nd edition. Cambridge (Massachusetts): Academic Press, 2003. ISBN 978-01-2227-055-0.
- [5] BOCKISCH, Michael. *Fats and oils handbook*. Champaign: AOCS Press, 1998. ISBN 09-353-1582-9.
- [6] GUNSTONE, F. D., John L. HARWOOD a Albert J. DIJKSTRA. *The lipid handbook with CD-ROM*. 3rd ed. Boca Raton: CRC Press, c2007. ISBN 08-493-9688-3.
- [7] GUNSTONE, F. D. *Vegetable oils in food technology: composition, properties and uses*. 2nd ed. Hoboken: Wiley-Blackwell, c2011. ISBN 978-144-4332-681.
- [8] SHAHIDI, Fereidoon, ed. *Bailey's industrial oil & fats products*. 6th edition. Hoboken, New Jersey: John Wiley, 2005. ISBN 0-471-38546-8.
- [9] TIMMS, R. E. Physical properties of oils and mixtures of oils. *Journal of the American Oil Chemists' Society*. 1985, 62(2), 241-249. DOI: 10.1007/BF02541385. ISSN 0003021X. Dostupné také z: <http://doi.wiley.com/10.1007/BF02541385>
- [10] KADLEC, Pavel, Karel MELZOCH a Michal VOLDŘICH. *Co byste měli vědět o výrobě potravin?: technologie potravin*. Ostrava: Key Publishing, 2009. Monografie (Key Publishing). ISBN 978-80-7418-051-4.
- [11] *Codex alimentarius*. 2nd ed. Rome: World Health Organization, 2001. ISBN 92-510-3268-8.
- [12] Alander, J. and col.: *Vegetable oils and fats*. 2nd edition, Sweden: Jan-Olof Lidelfelt, 2007. 252 s. ISBN 978-91-633-1420-9.
- [13] *Edible Fats & Oils Guide: The Ultimate Fats and Oils Guide: Proven Analytical Methods and Results*. METTLER TOLEDO.
- [14] ENDO, Yasushi. Analytical Methods to Evaluate the Quality of Edible Fats and Oils: The JOCS Standard Methods for Analysis of Fats, Oils and Related Materials (2013) and Advanced Methods. *Journal of Oleo Science* [online]. 2018, 67(1), 1-10 [cit. 2020-07-21]. DOI: 10.5650/jos.ess17130. ISSN 1345-8957. Dostupné z: [https://www.istage.jst.go.jp/article/jos/67/1/67\\_ess17130/article](https://www.istage.jst.go.jp/article/jos/67/1/67_ess17130/article)
- [15] HRSTKA, Miroslav, Lenka SOMROVÁ a Pavel DIVIŠ. *Praktikum z analytické chemie potravin*. Brno.
- [16] Plynová chromatografie. In: *Wikipedia: the free encyclopedia* [online]. San Francisco (CA): Wikimedia Foundation, 2001- [cit. 2020-07-28]. Dostupné z: [https://cs.wikipedia.org/wiki/Plynov%C3%A1\\_chromatografie](https://cs.wikipedia.org/wiki/Plynov%C3%A1_chromatografie)

- [17] CHRISTIE, William W. Fatty Acid Analysis by HPLC. In: *AOCS Lipid Library* [online]. James Hutton Institute (and Mylnefield Lipid Analysis), Invergowrie, Dundee (DD2 5DA), Scotland. [cit. 2020-07-28]. Dostupné z: <https://lipidlibrary.aocs.org/lipid-analysis/selected-topics-in-the-analysis-of-lipids/fatty-acid-analysis-by-hplc>
- [18] MOSSOBA, Magdi M., Hormoz AZIZIAN a John K.G. KRAMER. Application of Infrared Spectroscopy to the Rapid Determination of Total Saturated, trans, Monounsaturated, and Polyunsaturated Fatty Acids. In: *AOCS Lipid Library* [online]. [cit. 2020-07-28]. Dostupné z: <https://lipidlibrary.aocs.org/lipid-analysis/selected-topics-in-the-analysis-of-lipids/application-of-infrared-spectroscopy-to-the-rapid-determination-of-total-saturated-trans-monounsaturated-and-polyunsaturated-fatty-acids>
- [19] Plynová chromatografie s hmotnostní spektrometrií. In: *Wikipedia: the free encyclopedia* [online]. San Francisco (CA): Wikimedia Foundation, 2001- [cit. 2020-07-28]. Dostupné z: [https://cs.wikipedia.org/wiki/Plynov%C3%A1\\_chromatografie\\_s\\_hmotnostn%C3%AD\\_spektrometri%C3%AD](https://cs.wikipedia.org/wiki/Plynov%C3%A1_chromatografie_s_hmotnostn%C3%AD_spektrometri%C3%AD)
- [20] NAKATSUJI, Teruaki, Mandy C. KAO, Jia-You FANG, Christos C. ZOUBOULIS, Liangfang ZHANG, Richard L. GALLO a Chun-Ming HUANG. Antimicrobial Property of Lauric Acid Against Propionibacterium Acnes: Its Therapeutic Potential for Inflammatory Acne Vulgaris. *Journal of Investigative Dermatology* [online]. 2009, 129(10), 2480-2488 [cit. 2020-07-22]. DOI: 10.1038/jid.2009.93. ISSN 0022202X. Dostupné z: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0022202X15340859>
- [21] ANZAKU, Abbas Abel, Josiah Ishaku AKYALA, Adeola JULIET a Ewenighi Chinwe OBIANUJU. Antibacterial Activity of Lauric Acid on Some Selected Clinical Isolates. *Annals of Clinical and Laboratory Research* [online]. 2017, 05(02) [cit. 2020-07-22]. DOI: 10.21767/2386-5180.1000170. ISSN 23865180. Dostupné z: <http://www.aclr.com.es/clinical-research/antibacterial-activity-of-lauric-acid-on-some-selected-clinical-isolates.php?aid=19530>
- [22] VERALLO-ROWELL, Vermén M., Kristine M. DILLAGUE a Bertha S. SYAH-TJUNDAWAN. Novel Antibacterial and Emollient Effects of Coconut and Virgin Olive Oils in Adult Atopic Dermatitis. *Dermatitis* [online]. 2008, 19(6), 308-315 [cit. 2020-07-22]. DOI: 10.2310/6620.2008.08052. ISSN 1710-3568. Dostupné z: <http://journals.lww.com/01206501-200811000-00003>
- [23] Arganový olej. *CelostníMedicina.cz* [online]. 14. 02. 2017 [cit. 2020-07-19]. Dostupné z: <https://www.celostnimedica.cz/arganovy-olej.htm>
- [24] BOUCETTA, Kenza Qiraouani, Zoubida CHARROUF, Abdelfattah DEROUICHE, Younes RAHALI a Yahya BENSOUA. Skin hydration in postmenopausal women: argan oil benefit with oral and/or topical use. *Menopausal Review* [online]. 2014, 5, 280-288 [cit. 2020-07-22]. DOI: 10.5114/pm.2014.46470. ISSN 1643-8876. Dostupné z: <http://www.termedia.pl/doi/10.5114/pm.2014.46470>
- [25] BENSOUA, Yahya, Kenza QIRAOUANI BOUCETTA, Zoubida CHARROUF, Hassan AGUENAOU a Abdelfattah DEROUICHE. The effect of dietary and/or cosmetic argan oil on postmenopausal skin elasticity. *Clinical Interventions in Aging* [online]. [cit. 2020-07-22]. DOI: 10.2147/CIA.S71684. ISSN 1178-1998. Dostupné z: <http://www.dovepress.com/the-effect-of-dietary-andor-cosmetic-argan-oil-onnbsppostmenopausal-sk-peer-reviewed-article-CIA>

- [26] VYUŽITÍ ŘEPKOVÉHO OLEJE V POTRAVINÁŘSTVÍ A KOSMETICE. *Bioenergo-komplex* [online]. [cit. 2020-07-19]. Dostupné z: <http://www.bioenergo-komplex.cz/faq/vyuziti-repkoveho-oleje/>
- [27] ŘEPKA JARNÍ. *BiOOO.cz: Pravá přírodní kosmetika* [online]. [cit. 2020-07-19]. Dostupné z: <https://encyklopedie.biooo.cz/vyhledat-slozeni/repka-jarni/>
- [28] ZIELIŇSKA, Aleksandra a Izabela NOWAK. Fatty acids in vegetable oils and their importance in cosmetic industry. *CHEMIK*. Poznań, Poland, 2014, 68(2), 103-110.
- [29] Testovali jsme slunečnicové oleje. *CZ TEST - SVĚT POTRAVIN* [online]. 30.01.2013 [cit. 2020-07-19]. Dostupné z: <https://www.svet-potravin.cz/clanek/testovali-jsme-slunecnicove-oleje>
- [30] Slunečnicové oleje. *Státní zemědělská a potravinářská inspekce* [online]. 31. 01. 2013 [cit. 2020-07-19]. Dostupné z: <https://www.szpi.gov.cz/clanek/slunecnicove-oleje.aspx>
- [31] Olivový olej. *BioAroma Magazín* [online]. [cit. 2020-07-19]. Dostupné z: <https://www.bioaromakosmetika.cz/magazin/roslinne-oleje/olivovy-olej-1>
- [32] Olivový olej. *CelostníMedicína.cz* [online]. 01. 08. 2012 [cit. 2020-07-19]. Dostupné z: <https://www.celostnimedicina.cz/olivovy-olej.htm>
- [33] PREEDY, Victor R. a Ronald Ross WATSON. *Olives and Olive Oil in Health and Disease Prevention* [online]. Elsevier, 2009 [cit. 2020-07-23]. ISBN 978-0-08-092220-1. Dostupné z: [https://app.knovel.com/web/toc.v/cid:kpOOOHDP01/viewerType:toc//root\\_slug:olives-olive-oil-in-health/url\\_slug:effects-olive-oil-skin?b-q=&issue\\_id=kt00BWJCB6&hierarchy=](https://app.knovel.com/web/toc.v/cid:kpOOOHDP01/viewerType:toc//root_slug:olives-olive-oil-in-health/url_slug:effects-olive-oil-skin?b-q=&issue_id=kt00BWJCB6&hierarchy=)
- [34] ARNDT, Tomáš. Lněný olej. *CelostníMedicína.cz* [online]. 11. 09. 2008 [cit. 2020-07-19]. Dostupné z: <https://www.celostnimedicina.cz/lneny-olej.htm>
- [35] SOURINEJAD, Hadis, Ziba REISI DEHKORDI, Marjan BEIGI, Elham ADIB MOGHADDAM a Mohammad HADIAN. The Use of Flaxseed in Gynecology: A Review Article. *Journal of Midwifery and Reproductive Health* [online]. 2019, March 2019, 7(2), 1691-1711 [cit. 2020-07-23]. DOI: 10.22038/jmrh.2019.31820.1345. Dostupné z: [https://www.researchgate.net/publication/331608338\\_The\\_Use\\_of\\_Flaxseed\\_in\\_Gynecology\\_A\\_Review\\_Article](https://www.researchgate.net/publication/331608338_The_Use_of_Flaxseed_in_Gynecology_A_Review_Article)
- [36] Dýňová semínka. *Bezpečnost potravin A-Z* [online]. [cit. 2020-07-19]. Dostupné z: <https://www.bezpecnostpotravin.cz/az/termin/92228.aspx>
- [37] BARDAA, Sana, Nihed BEN HALIMA, Fatma ALOUI, Riadh BEN MANSOUR, Hazem JABEUR, Mohamed BOUAZIZ a Zouheir SAHNOUN. Oil from pumpkin (*Cucurbita pepo* L.) seeds: evaluation of its functional properties on wound healing in rats. *Lipids in Health and Disease* [online]. 2016, 15(1) [cit. 2020-07-23]. DOI: 10.1186/s12944-016-0237-0. ISSN 1476-511X. Dostupné z: <http://lipidworld.biomedcentral.com/articles/10.1186/s12944-016-0237-0>
- [38] IBRAHIM, Abeer A., Tara F. M. SALIH, Shifaa J. IBRAHIMC a Taghreed H. AL-NOOR. Facial Acne Therapy by Using Pumpkin Seed Oil with Its Physicochemical Properties. *Applied Science Reports* [online]. PSCI Publications, 2018, January 2018, 23(1), 39-47 [cit. 2020-07-23]. DOI: 10.15192/PSCP.ASR.2018.23.1.3947. ISSN 2310-9440. Dostupné z:

[https://www.researchgate.net/publication/325575102\\_Facial\\_Acne\\_Therapy\\_by\\_Using\\_Pumpkin\\_Seed\\_Oil\\_with\\_Its\\_Physicochemical\\_Properties](https://www.researchgate.net/publication/325575102_Facial_Acne_Therapy_by_Using_Pumpkin_Seed_Oil_with_Its_Physicochemical_Properties)

[39] AHMAD, Zeeshan. The uses and properties of almond oil. *Complementary Therapies in Clinical Practice* [online]. 2010, 16(1), 10-12 [cit. 2020-07-23]. DOI: 10.1016/j.ctcp.2009.06.015. ISSN 17443881. Dostupné z: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S1744388109000772>

[40] MIHALOVIČOVÁ, Karolina. Mandlový olej má výborné účinky na pleť a vlasy. Navíc snižuje cholesterol! *123medik.cz: Váš portál o zdraví* [online]. [cit. 2020-07-18]. Dostupné z: <https://www.123medik.cz/magazin/mandlovy-olej#slozeni-a-ucinne-latky-mandloveho-oleje>

[41] HERNANDEZ, Ernesto M. Specialty Oils. *Functional Dietary Lipids* [online]. Elsevier, 2016, 2016, s. 69-101 [cit. 2020-07-23]. DOI: 10.1016/B978-1-78242-247-1.00004-1. ISBN 9781782422471. Dostupné z: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/B9781782422471000041>

[42] 4 Final Report on the Safety Assessment of Sweet Almond Oil and Almond Meal. *Journal of the American College of Toxicology* [online]. 1983, 2(5), 85-99 [cit. 2020-07-23]. DOI: 10.3109/10915818309140716. ISSN 0730-0913. Dostupné z: <http://journals.sagepub.com/doi/10.3109/10915818309140716>

[43] KORÁČ, RadavaR a KapiM KHAMBHOLJA. Potential of herbs in skin protection from ultraviolet radiation. *Pharmacognosy Reviews* [online]. 2011, 5(10) [cit. 2020-07-23]. DOI: 10.4103/0973-7847.91114. ISSN 0973-7847. Dostupné z: <http://www.phcogrev.com/article/2011/5/10/1041030973-784791114>

[44] WOOLF, Allan, Marie WONG, Laurence EYRES, et al. Avocado Oil. *Gourmet and Health-Promoting Specialty Oils* [online]. Elsevier, 2009, 2009, s. 73-125 [cit. 2020-07-23]. DOI: 10.1016/B978-1-893997-97-4.50008-5. ISBN 9781893997974. Dostupné z: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/B9781893997974500085>

[45] LOBO, V, A PATIL, A PHATAK a N CHANDRA. Free radicals, antioxidants and functional foods: Impact on human health. *Pharmacognosy Reviews* [online]. 2010, 4(8) [cit. 2020-07-24]. DOI: 10.4103/0973-7847.70902. ISSN 0973-7847. Dostupné z: <http://www.phcogrev.com/article/2010/4/8/1041030973-784770902>

[46] SARKIC, Asja a Iris STAPPEN. Essential Oils and Their Single Compounds in Cosmetics—A Critical Review. *Cosmetics* [online]. 2018, 5(1) [cit. 2020-07-23]. DOI: 10.3390/cosmetics5010011. ISSN 2079-9284. Dostupné z: <http://www.mdpi.com/2079-9284/5/1/11>

[47] MOHEBITABAR, Safieh, Mahboobeh SHIRAZI, Soodabeh BIOOS, Roja RAHIMI, Farhad MALEKSHAHI a Fatemeh NEJATBAKHSH. Therapeutic efficacy of rose oil: A comprehensive review of clinical evidence. *Avicenna Journal of Phytomedicine* [online]. 2017, May 2017, 7(3), 206-2013 [cit. 2020-07-23]. Dostupné z: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC5511972/#!po=46.4286>

[48] Bambucký olej (shea olej): africké zlato. *Rehabilitace.info: Magazín o zdraví* [online]. 13 října, 2015 [cit. 2020-07-19]. Dostupné z: <https://www.rehabilitace.info/zdrave-oleje/bambucky-olej-shea-olej-africke-zlato-pokozka-vam-podekuje/>

[49] OKULLO, JBL, F OMUJAL, JG AGEA, PC VUZI, A NAMUTEBI, JBA OKELLO a SA NYANZI. Physico-Chemical characteristics of shea butter (*Vitellaria paradoxa*) C.F. Gaertn.)

oil from the Shea district of Uganda. *African Journal of Food, Agriculture, Nutrition and Development* [online]. 2010, 10(1) [cit. 2020-07-23]. DOI: 10.4314/ajfand.v10i1.51484. ISSN 1684-5358. Dostupné z: <http://www.ajol.info/index.php/ajfand/article/view/51484>

[50] JOOYA, Abolfazl, AmirHossein SIADAT, Fariba IRAJI a Shahla ENSHAIEH. The efficacy of 5% topical tea tree oil gel in mild to moderate acne vulgaris: A randomized, double-blind placebo-controlled study. *Indian Journal of Dermatology, Venereology and Leprology* [online]. 2007, 73(1) [cit. 2020-07-23]. DOI: 10.4103/0378-6323.30646. ISSN 0378-6323. Dostupné z: <http://www.ijdv.com/text.asp?2007/73/1/22/30646>

[51] NGO-DUY, Cam-Chi, Frédéric DESTAILLATS, Marjo KESKITALO, Joseph ARUL a Paul ANGERS. Triacylglycerols of Apiaceae seed oils: Composition and regiodistribution of fatty acids. *European Journal of Lipid Science and Technology* [online]. 2009, 111(2), 164-169 [cit. 2020-07-06]. DOI: 10.1002/ejlt.200800178. ISSN 14387697. Dostupné z: <http://doi.wiley.com/10.1002/ejlt.200800178>

[52] KNOTHE, Gerhard a Kevin R. STEIDLEY. Composition of Some Apiaceae Seed Oils Includes Phytochemicals, and Mass Spectrometry of Fatty Acid 2-Methoxyethyl Esters. *European Journal of Lipid Science and Technology* [online]. 2019, 121(5) [cit. 2020-07-28]. DOI: 10.1002/ejlt.201800386. ISSN 1438-7697. Dostupné z: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1002/ejlt.201800386>

[53] Mrkev obecná. *Agromanual.cz* [online]. [cit. 2020-05-05]. Dostupné z: <https://www.agromanual.cz/cz/atlas/plevele/plevel/mrkev-obecna>

[54] Mrkev obecná pravá (Daucus carota L. subsp. Carota). *Http://www.naturfoto.cz/* [online]. 24.6.2007 [cit. 2020-05-05]. Dostupné z: <http://www.naturfoto.cz/mrkev-obecna-prava-fotografie-5403.html>

[55] Wild Carrot (Daucus carota ssp. carota). In: *Magic Garden Seeds* [online]. [cit. 2020-05-05]. Dostupné z: [https://www.magicgardenseeds.com/The-Good-To-Know/Wild-Carrot-\(Daucus-carota-ssp.-carota\)-A.DAU05-](https://www.magicgardenseeds.com/The-Good-To-Know/Wild-Carrot-(Daucus-carota-ssp.-carota)-A.DAU05-)

[56] Mrkev obecná setá (Daucus carota subsp. sativus). *ÚKZÚZ - Rostlinolékařský portál* [online]. [cit. 2020-05-08]. Dostupné z: [http://eagri.cz/public/app/srs\\_pub/fytoportal/public/?key=%22c18ccd9cbe2ba381e37b810d0c44a5ab%22#r|p|plodiny|detail:c18ccd9cbe2ba381e37b810d0c44a5ab|popis](http://eagri.cz/public/app/srs_pub/fytoportal/public/?key=%22c18ccd9cbe2ba381e37b810d0c44a5ab%22#r|p|plodiny|detail:c18ccd9cbe2ba381e37b810d0c44a5ab|popis)

[57] RŮŽIČKOVÁ, Gabriela. *Léčivé a kořeninové rostliny z čeledi miříkovité*. Olomouc: Petr Baštan, 2012. ISBN 978-80-87091-37-1.

[58] KOŘÍNEK, Milan. Daucus carota subsp. sativus - mrkev obecná setá. In: *Biolib: Biological Library* [online]. 2011 [cit. 2020-05-08]. Dostupné z: <https://www.biolib.cz/cz/image/id151121/>

[59] Jak uvařit mrkev. In: *Skrblík.cz* [online]. [cit. 2020-05-08]. Dostupné z: <https://www.skrblík.cz/navod/jak-uvarit-mrkev/>

[60] Carrot plant growth stages infographic elements vector image. In: *VectorStock* [online]. [cit. 2020-03-30]. Dostupné z: <https://www.vectorstock.com/royalty-free-vector/carrot-plant-growth-stages-infographic-elements-vector-24541036>

- [61] Part 3: Distillation Methods—Steam Distillation. *DōTERRA* [online]. [cit. 2020-06-10]. Dostupné z: <https://www.doterra.com/US/en/essential-oil-production-distillation-steam-distillation>
- [62] *Aromatherapy: Essential Oils for Vibrant Health and Beauty*. New York : Avery, 2002. ISBN 1-58333-130-1.
- [63] A COMPREHENSIVE GUIDE TO ESSENTIAL OIL EXTRACTION METHODS. *New Directions Aromatics* [online]. March 20, 2017 [cit. 2020-06-10]. Dostupné z: <https://www.newdirectionsaromatics.com/blog/articles/how-essential-oils-are-made.html#production-of-essential-oils>
- [64] Dai J, Zhu L, Yang L, Qiu J. Chemical composition, antioxidant and antimicrobial activities of essential oil from *Wedelia prostrata*. *EXCLI J*. 2013;12:479-490. Published 2013 Jun 7.
- [65] Wang W, Li N, Luo M, Zu Y, Efferth T. Antibacterial activity and anticancer activity of *Rosmarinus officinalis* L. essential oil compared to that of its main components. *Molecules*. 2012;17(3):2704-2713. Published 2012 Mar 5. doi:10.3390/molecules17032704
- [66] Inouye S, Takizawa T, Yamaguchi H. Antibacterial activity of essential oils and their major constituents against respiratory tract pathogens by gaseous contact. *J Antimicrob Chemother*. 2001;47(5):565-573. doi:10.1093/jac/47.5.565
- [67] ALVES-SILVA, Jorge M., Mónica ZUZARTE, Maria José GONÇALVES, Carlos CAVALEIRO, Maria Teresa CRUZ, Susana M. CARDOSO a Lígia SALGUEIRO. New Claims for Wild Carrot ( *Daucus carota* subsp. *carota* ) Essential Oil. *Evidence-Based Complementary and Alternative Medicine* [online]. 2016, 2016, 1-10 [cit. 2020-07-08]. DOI: 10.1155/2016/9045196. ISSN 1741-427X. Dostupné z: <http://www.hindawi.com/journals/ecam/2016/9045196/>
- [68] PINHEIRO, Marcelode Almeida, RafaelMatos MAGALHÃES, DanielleMesquita TORRES, et al. Gastroprotective effect of alpha-pinene and its correlation with antiulcerogenic activity of essential oils obtained from *Hyptis* species. *Pharmacognosy Magazine* [online]. 2015, 11(41) [cit. 2020-07-24]. DOI: 10.4103/0973-1296.149725. ISSN 0973-1296. Dostupné z: <http://www.phcoq.com/text.asp?2015/11/41/123/149725>
- [69] Gonçalves M. J., Cruz M. T., Tavares A. C., et al. Composition and biological activity of the essential oil from *Thapsia minor*, a new source of geranyl acetate. *Industrial Crops and Products*. 2012;35(1):166–171. doi: 10.1016/j.indcrop.2011.06.030
- [70] Pinto E., Gonçalves M. J., Hrimpeng K., et al. Antifungal activity of the essential oil of *Thymus villosus* subsp. *lusitanicus* against *Candida*, *Cryptococcus*, *Aspergillus* and dermatophyte species. *Industrial Crops and Products*. 2013;51:93–99. doi: 10.1016/j.indcrop.2013.08.033
- [71] Matsuzaki Y., Tsujisawa T., Nishihara T., Nakamura M., Kakinoki Y. Antifungal activity of chemotype essential oils from rosemary against *Candida albicans* . *Open Journal of Stomatology*. 2013;3(2):176–182. doi: 10.4236/ojst.2013.32031
- [72] SILVA, Ana Cristina Rivas da, Paula Monteiro LOPES, Mariana Maria Barros de AZEVEDO, Danielle Cristina Machado COSTA, Celuta Sales ALVIANO a Daniela Sales ALVIANO. Biological Activities of  $\alpha$ -Pinene and  $\beta$ -Pinene Enantiomers. *Molecules* [online].



2012, 17(6), 6305-6316 [cit. 2020-07-08]. DOI: 10.3390/molecules17066305. ISSN 1420-3049. Dostupné z: <http://www.mdpi.com/1420-3049/17/6/6305>

[73] CAVALEIRO, C., E. PINTO, M.J. GONCALVES a L. SALGUEIRO. Antifungal activity of Juniperus essential oils against dermatophyte, Aspergillus and Candida strains. *Journal of Applied Microbiology* [online]. 2006, 100(6), 1333-1338 [cit. 2020-07-08]. DOI: 10.1111/j.1365-2672.2006.02862.x. ISSN 1364-5072. Dostupné z: <http://doi.wiley.com/10.1111/j.1365-2672.2006.02862.x>

[74] Co je test ORAC. *Chaganela.cz* [online]. [cit. 2020-07-24]. Dostupné z: <http://www.chaganela.cz/veda-a-vyzkum/co-je-test-orac>

[75] KSOURI, A., T. DOB, A. BELKEBIR, Soumia KRIMAT a C. CHELGHOUM. Chemical composition and antioxidant activity of the essential oil and the methanol extract of Algerian wild carrot *Daucus carota* L. ssp. *carota*. (L.) Thell. *Journal of Materials and Environmental Science* [online]. 2015, January 2015, 6(3), 784-791 [cit. 2020-07-24]. ISSN 2028-2508. Dostupné z: [https://www.jmaterenvironsci.com/Document/vol6/vol6\\_N3/92-JMES-1235a-2014-Ksouri.pdf](https://www.jmaterenvironsci.com/Document/vol6/vol6_N3/92-JMES-1235a-2014-Ksouri.pdf)

[76] BIALEK, A., M. BIALEK, M. JELINSKA a A. TOKARZ. Fatty acid profile of new promising unconventional plant oils for cosmetic use. *International Journal of Cosmetic Science* [online]. 2016, 38(4), 382-388 [cit. 2020-07-08]. DOI: 10.1111/ics.12301. ISSN 01425463. Dostupné z: <http://doi.wiley.com/10.1111/ics.12301>

[77] DESTAILLATS, Frédéric a Paul ANGERS. Base-catalyzed derivatization methodology for FA analysis. Application to milk fat and celery seed lipid TAG. *Lipids* [online]. 2002, 37(5), 527-532 [cit. 2020-07-06]. DOI: 10.1007/s11745-002-0928-9. ISSN 0024-4201. Dostupné z: <http://doi.wiley.com/10.1007/s11745-002-0928-9>

[78] GEERAERT, E. a P. SANDRA. Capillary GC of triglycerides in fats and oils using a high temperature phenylmethylsilicone stationary phase. Part II. The analysis of chocolate fats. *Journal of the American Oil Chemists' Society* [online]. 1987, 64(1), 100-105 [cit. 2020-07-06]. DOI: 10.1007/BF02546261. ISSN 0003-021X. Dostupné z: <http://doi.wiley.com/10.1007/BF02546261>

[79] DESTAILLATS, Frédéric, Joseph ARUL, James E. SIMON, Robert L. WOLFF a Paul ANGERS. Dibutyrat derivatization of monoacylglycerols for the resolution of regioisomers of oleic, petroselinic, and cis-vaccenic acids. *Lipids* [online]. 2002, 37(1), 111-116 [cit. 2020-07-06]. DOI: 10.1007/s11745-002-0870-x. ISSN 0024-4201. Dostupné z: <http://doi.wiley.com/10.1007/s11745-002-0870-x>

[80] KRIST, Sabine. *Vegetable Fats and Oils* [online]. Springer Nature Switzerland, 2020 [cit. 2020-07-03]. ISBN 978-3-030-30314-3. Dostupné z: [https://books.google.cz/books?id=69TkDwAAQBAJ&dq=carrot+seed+oil+use+in+pharmacy&hl=cs&source=gbs\\_navlinks\\_s](https://books.google.cz/books?id=69TkDwAAQBAJ&dq=carrot+seed+oil+use+in+pharmacy&hl=cs&source=gbs_navlinks_s)

[81] MUSA ÖZCAN, Mehmet a Jean Claude CHALCHAT. Chemical composition of carrot seeds (*Daucus carota* L.) cultivated in Turkey: characterization of the seed oil and essential oil. *Grasas y Aceites* [online]. 2007, 58(4), 359-365 [cit. 2020-07-04]. DOI: 10.3989/gya.2007.v58.i4.447. ISSN 1988-4214. Dostupné z: <http://grasasyaceites.revistas.csic.es/index.php/grasasyaceites/article/view/447/422>

[82] PARKER, T.D., D.A. ADAMS, K. ZHOU, M. HARRIS a L. YU. Fatty Acid Composition and Oxidative Stability of Cold-pressed Edible Seed Oils. *Journal of Food Science* [online].

2003, 68(4), 1240-1243 [cit. 2020-07-08]. DOI: 10.1111/j.1365-2621.2003.tb09632.x. ISSN 0022-1147. Dostupné z: <http://doi.wiley.com/10.1111/j.1365-2621.2003.tb09632.x>

[83] NGUYEN, Thao, Mario APARICIO a Mahmoud SALEH. Accurate Mass GC/LC-Quadrupole Time of Flight Mass Spectrometry Analysis of Fatty Acids and Triacylglycerols of Spicy Fruits from the Apiaceae Family. *Molecules* [online]. 2015, 20(12), 21421-21432 [cit. 2020-07-08]. DOI: 10.3390/molecules201219779. ISSN 1420-3049. Dostupné z: <http://www.mdpi.com/1420-3049/20/12/19779>

[84] TEIXEIRA, Bárbara, António MARQUES, Cristina RAMOS, Nuno R. NENG, José M.F. NOGUEIRA, Jorge Alexandre SARAIVA a Maria Leonor NUNES. Chemical composition and antibacterial and antioxidant properties of commercial essential oils. *Industrial Crops and Products* [online]. 2013, 43, 587-595 [cit. 2020-07-06]. DOI: 10.1016/j.indcrop.2012.07.069. ISSN 09266690. Dostupné z: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0926669012004475>

[85] Mazzoni, V., Tomi, F. and Casanova, J. (1999), A daucane-type sesquiterpene from *Daucus carota* seed oil. *Flavour Fragr. J.*, 14: 268-272. doi:[10.1002/\(SICI\)1099-1026\(199909/10\)14:5<268::AID-FFJ823>3.0.CO;2-Z](https://doi.org/10.1002/(SICI)1099-1026(199909/10)14:5<268::AID-FFJ823>3.0.CO;2-Z)

[86] Gonny, M., Bradesi, P. and Casanova, J. (2004), Identification of the components of the essential oil from wild Corsican *Daucus carota* L. using <sup>13</sup>C-NMR spectroscopy. *Flavour Fragr. J.*, 19: 424-433. doi:[10.1002/ffj.1330](https://doi.org/10.1002/ffj.1330)

[87] Jasicka-Misiak I, Lipok J, Nowakowska EM, Wieczorek PP, Młynarz P, Kafarski P. Antifungal activity of the carrot seed oil and its major sesquiterpene compounds. *Z Naturforsch C J Biosci.* 2004;59(11-12):791-796. doi:10.1515/znc-2004-11-1205

[88] VALTEROVÁ, Irena, Gunilla NEHLIN a Anna-Karin BORG-KARLSON. Host plant chemistry and preferences in egg-laying *Trioza apicalis* (Homoptera, Psylloidea). *Biochemical Systematics and Ecology* [online]. 1997, 25(6), 477-491 [cit. 2020-07-06]. DOI: 10.1016/S0305-1978(97)00028-8. ISSN 03051978. Dostupné z: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0305197897000288>

[89] LAWRENCE, Brian. Progress in Essential Oils: Carrot seed oil. *Perfumer&Flavorist.* Allured business media, June 2015, 40(6), 56-59.

[90] FLAMINI, Guido, Elena COSIMI, Pier Luigi CIONI, Ilaria MOLFETTA a Alessandra BRACA. Essential-Oil Composition of *Daucus carota* ssp. major (Pastinocello Carrot) and Nine Different Commercial Varieties of *Daucus carota* ssp. sativus Fruits. *Chemistry & Biodiversity* [online]. 2014, 11(7), 1022-1033 [cit. 2020-07-08]. DOI: 10.1002/cbdv.201300390. ISSN 16121872. Dostupné z: <http://doi.wiley.com/10.1002/cbdv.201300390>

[91] OPDYKE, D.J.L. *Monographs on Fragrance Raw Materials: A Collection of Monographs Originally Appearing in Food and Cosmetics Toxicology.* Edition 1979. Pergamon Press, 1979. ISBN 0 08 023775-4.

[92] Generally Recognized as Safe (GRAS). *U.S. Food and Drug Administration* [online]. 09/06/2019 [cit. 2020-06-13]. Dostupné z: <https://www.fda.gov/food/food-ingredients-packaging/generally-recognized-safe-gras>

[93] The Benefits of Carrot Seed Essential Oil. *Healthline* [online]. 2019, October 25 [cit. 2020-07-02]. Dostupné z: <https://www.healthline.com/health/carrot-seed-oil>

- [94] NG, Tzi Bun, Evandro Fei FANG, Xiaolin LI, Qiu LU, Jack Ho WONG a Hongwei GUO. Carrot (*Daucus carota*) Oils. *Essential Oils in Food Preservation, Flavor and Safety* [online]. Elsevier, 2016, 2016, s. 303-308 [cit. 2020-07-08]. DOI: 10.1016/B978-0-12-416641-7.00034-1. ISBN 9780124166417. Dostupné z: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/B9780124166417000341>
- [95] HORIKOSHI, Satoshi, Daiki MINAMI, Seya ITO, Hideki SAKAI, Dai KITAMOTO, Masahiko ABE a Nick SERPONE. Molecular dynamics simulations of adsorption of hydrophobic 1,2,4-trichlorobenzene (TCB) on hydrophilic TiO<sub>2</sub> in surfactant emulsions and experimental process efficiencies of photo-degradation and -dechlorination. *Journal of Photochemistry and Photobiology A: Chemistry*. 2011, 217(1), 141-146. DOI: 10.1016/j.jphotochem.2010.10.001. ISSN 10106030. Dostupné také z: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S1010603010004053>
- [96] CURTIS, Susan, Pat THOMAS a Fran JOHNSON. *Essential oils: all-natural remedies and recipes for your mind, body, and home*. New York, New York: DK Publishing, 2016. ISBN 978-1-4654-5437-9.
- [97] Goswami, Priyanka Kantivan, Mayuri Samant and Rashmi Srivastava. "Natural Sunscreen Agents : A Review." (2013).
- [98] LAVKER, Robert M, G.Frank GERBERICK, Denise VERES, Chris J IRWIN a Kays H KAIDBEY. Cumulative effects from repeated exposures to suberythral doses of UVB and UVA in human skin. *Journal of the American Academy of Dermatology* [online]. 1995, 32(1), 53-62 [cit. 2020-07-29]. DOI: 10.1016/0190-9622(95)90184-1. ISSN 01909622. Dostupné z: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/0190962295901841>
- [99] Kapoor S, Saraf S. Efficacy Study of Sunscreens Containing Various Herbs for Protecting Skin from UVA and UVB Sunrays. *Phcog Mag* 2009;5:238-48
- [100] MOJAY, Gabriel. In: *Facebook* [online]. 2014, 10. června [cit. 2020-07-02]. Dostupné z: <https://www.facebook.com/gabriel.mojay/posts/1440673469517516>
- [101] ADRADE, Aleksandra. Can Raspberry and Carrot seed oils really protect your skin from the sun? *Masla: Phyto-aromatic skin care* [online]. 2017, February 23 [cit. 2020-07-02]. Dostupné z: <https://maslaskincare.com/blogs/beauty-and-wellness-journal/can-raspberry-and-carrot-seed-oils-really-protect-your-skin-from-the-sun>
- [102] D'ORAZIO, John, Stuart JARRETT, Alexandra AMARO-ORTIZ a Timothy SCOTT. UV Radiation and the Skin. *International Journal of Molecular Sciences* [online]. 2013, 14(6), 12222-12248 [cit. 2020-07-25]. DOI: 10.3390/ijms140612222. ISSN 1422-0067. Dostupné z: <http://www.mdpi.com/1422-0067/14/6/12222>
- [103] WILSON, Brumitte Dale a Frank ARMSTRONG. Comprehensive Review of Ultraviolet Radiation and the Current Status on Sunscreens. *Journal of Clinical and Aesthetic Dermatology* [online]. 2012, September 2012, 5(9), 18-23 [cit. 2020-07-25]. Dostupné z: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3460660/>
- [104] Y. Kumarasamy; L. Nahar; M. Byres; A. Delazar; S.D. Sarker (2005). "The assessment of biological activities associated with the major constituents of the methanol extract of 'wild carrot' (*Daucus carota* L) seeds". *Journal of Herbal Pharmacotherapy*. 5 (1): 61–72. doi:[10.1080/j157v05n01\\_07](https://doi.org/10.1080/j157v05n01_07)

- [105] LIN, Yong, Ranxin SHI, Xia WANG a Han-Ming SHEN. Luteolin, a Flavonoid with Potential for Cancer Prevention and Therapy. *Current Cancer Drug Targets* [online]. 2008, 8(7), 634-646 [cit. 2020-07-02]. DOI: 10.2174/156800908786241050. ISSN 15680096. Dostupné z: <http://www.eurekaselect.com/openurl/content.php?genre=article&issn=1568-0096&volume=8&issue=7&spage=634>
- [106] Luteolin. In: *Wikipedia: the free encyclopedia* [online]. San Francisco (CA): Wikimedia Foundation, 2001- [cit. 2020-07-02]. Dostupné z: <https://en.wikipedia.org/wiki/Luteolin>
- [107] Luteolin a jeho účinky na zdraví – co tato látka umí? *Zdravotní magazín a katalog rehabilitací* [online]. 2 října, 2019 [cit. 2020-07-02]. Dostupné z: <https://www.rehabilitace.info/zdravotni/luteolin-a-jeho-ucinky-na-zdravi-co-tato-latka-umi/>
- [108] GUTZEROVÁ, Naděžda. RUBUS IDAEUS L.: ostružiník maliník / ostružina malinová. *Botany.cz: Zajímavosti ze světa rostlin* [online]. 29.8.2014 [cit. 2020-07-08]. Dostupné z: <https://botany.cz/cs/rubus-idaeus/>
- [109] KADLÍKOVÁ, Lenka. Ostružiník maliník - Maliník obecný - Rubus idaeus. *Příroda.cz: příroda, ekologie, životní prostředí* [online]. 16. července 2017 [cit. 2020-07-08]. Dostupné z: <https://www.priroda.cz/clanky.php?detail=132>
- [110] Raspberry seed. In: *Vova: Best Cheap Online Shopping Site* [online]. [cit. 2020-07-14]. Dostupné z: <https://www.vova.com/en/100pcs-Bag-Rainbow-Tomato-Kiwi-Blueberry-Strawberry-Raspberry-Seeds-GSN1531937762915591890519396-g3605814-m4483357>
- [111] TENG, Hui, Lei CHEN, Qun HUANG, et al. Ultrasonic-Assisted Extraction of Raspberry Seed Oil and Evaluation of Its Physicochemical Properties, Fatty Acid Compositions and Antioxidant Activities. *PLOS ONE* [online]. 2016, 11(4) [cit. 2020-07-08]. DOI: 10.1371/journal.pone.0153457. ISSN 1932-6203. Dostupné z: <https://dx.plos.org/10.1371/journal.pone.0153457>
- [112] JOHANSSON, A., Paivi LAAKSO a H. KALLIO. Characterization of seed oils of wild, edible Finnish berries. *Zeitschrift für Lebensmitteluntersuchung und -Forschung A* [online]. 1997, 204(4), 300-307 [cit. 2020-07-08]. DOI: 10.1007/s002170050081. ISSN 1431-4649. Dostupné z: <http://link.springer.com/10.1007/s002170050081>
- [113] PIESZKA, Marek, Władysław MIGDAŁ, Robert GAŚSIOR, Magdalena RUDZIŃSKA, Dorota BEDERSKA-ŁOJEWSKA, Magdalena PIESZKA a Paulina SZCZUREK. Native Oils from Apple, Blackcurrant, Raspberry, and Strawberry Seeds as a Source of Polyenoic Fatty Acids, Tocochromanols, and Phytosterols: A Health Implication. *Journal of Chemistry* [online]. 2015, 2015, 1-8 [cit. 2020-07-08]. DOI: 10.1155/2015/659541. ISSN 2090-9063. Dostupné z: <http://www.hindawi.com/journals/jchem/2015/659541/>
- [114] PARRY, John, Lan SU, Marla LUTHER, Kequan ZHOU, M. Peter YURAWECZ, Paul WHITTAKER a Liangli YU. Fatty Acid Composition and Antioxidant Properties of Cold-Pressed Marionberry, Boysenberry, Red Raspberry, and Blueberry Seed Oils. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* [online]. 2005, 53(3), 566-573 [cit. 2020-07-08]. DOI: 10.1021/jf048615t. ISSN 0021-8561. Dostupné z: <https://pubs.acs.org/doi/10.1021/jf048615t>
- [115] OOMAH, B.Dave, Stephanie LADET, David V GODFREY, Jun LIANG a Benoit GIRARD. Characteristics of raspberry (*Rubus idaeus* L.) seed oil. *Food Chemistry* [online]. 2000, 69(2), 187-193 [cit. 2020-07-08]. DOI: 10.1016/S0308-8146(99)00260-5. ISSN 03088146. Dostupné z: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0308814699002605>

- [116] YANG, Baoru, Markku AHOTUPA, Petri MÄÄTTÄ a Heikki KALLIO. Composition and antioxidative activities of supercritical CO<sub>2</sub>-extracted oils from seeds and soft parts of northern berries. *Food Research International* [online]. 2011, 44(7), 2009-2017 [cit. 2020-07-08]. DOI: 10.1016/j.foodres.2011.02.025. ISSN 09639969. Dostupné z: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S096399691100127X>
- [117] MATTHAUS, Bertrand a Mehmet Musa ÖZCAN. Fatty acid, tocopherol and squalene contents of Rosaceae seed oils. *Botanical Studies* [online]. 2014, 2014 Jun 5., 55(48) [cit. 2020-07-26]. Dostupné z: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC5432826/>
- [118] VAN HOED, V., N. DE CLERCQ, C. ECHIM, M. ANDJELKOVIC, E. LEBER, K. DEWETTINCK a R. VERHÉ. BERRY SEEDS: A SOURCE OF SPECIALTY OILS WITH HIGH CONTENT OF BIOACTIVES AND NUTRITIONAL VALUE. *Journal of Food Lipids* [online]. 2009, 16(1), 33-49 [cit. 2020-07-26]. DOI: 10.1111/j.1745-4522.2009.01130.x. ISSN 10657258. Dostupné z: <http://doi.wiley.com/10.1111/j.1745-4522.2009.01130.x>
- [119] Raspberry Seed Oil uses and health benefits. *Health Benefits Times: Food as Medicine* [online]. [cit. 2020-07-14]. Dostupné z: <https://www.healthbenefitstimes.com/raspberry-seed-oil/>
- [120] Folate. In: *Wikipedia: the free encyclopedia* [online]. San Francisco (CA): Wikimedia Foundation, 2001- [cit. 2020-07-14]. Dostupné z: <https://en.wikipedia.org/wiki/Folate>
- [121] MORIMOTO, Chie, Yurie SATOH, Mariko HARA, Shintaro INOUE, Takahiro TSUJITA a Hiromichi OKUDA. Anti-obese action of raspberry ketone. *Life Sciences* [online]. 2005, 77(2), 194-204 [cit. 2020-07-14]. DOI: 10.1016/j.lfs.2004.12.029. ISSN 00243205. Dostupné z: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0024320505001281>
- [122] 9 Surprising Benefits of Raspberry Seed Oil for Skin and Hair. *Natural Home Remedies: DIY treatment for Better Health* [online]. Apr 5, 2017 [cit. 2020-07-14]. Dostupné z: <https://www.homeremedyhacks.com/9-benefits-raspberry-seed-oil/>
- [123] DOWNING, Donald T., Mary Ellen STEWART, Philip W. WERTZ a John S. STRAUSS. Essential fatty acids and acne. *Journal of the American Academy of Dermatology* [online]. 1986, 14(2), 221-225 [cit. 2020-07-14]. DOI: 10.1016/S0190-9622(86)70025-X. ISSN 01909622. Dostupné z: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S019096228670025X>
- [124] BAE, Ji-Young, Jung-Suk CHOI, Sang-Wook KANG, Yong-Jin LEE, Jinseu PARK a Young-Hee KANG. Dietary compound ellagic acid alleviates skin wrinkle and inflammation induced by UV-B irradiation. *Experimental Dermatology* [online]. 2010, 19(8), e182-e190 [cit. 2020-07-14]. DOI: 10.1111/j.1600-0625.2009.01044.x. ISSN 09066705. Dostupné z: <http://doi.wiley.com/10.1111/j.1600-0625.2009.01044.x>
- [125] TENG, Hui, Qiyang LIN, Kang LI, et al. Hepatoprotective effects of raspberry ( *Rubus coreanus* Miq.) seed oil and its major constituents. *Food and Chemical Toxicology* [online]. 2017, 110, 418-424 [cit. 2020-07-28]. DOI: 10.1016/j.fct.2017.09.010. ISSN 02786915. Dostupné z: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0278691517305203>
- [126] FRANCO, Eryvelton de Souza, Camilla Maria Ferreira DE AQUINO, Paloma Lys de MEDEIROS, Liriane Baratella EVÊNCIO, Alexandre José da Silva GÓES a Maria Bernadete de Souza MAIA. Effect of a Semisolid Formulation of *Linum usitatissimum* L. (Linseed) Oil on the Repair of Skin Wounds. *Evidence-Based Complementary and Alternative Medicine* [online]. 2012, 2012, 1-7 [cit. 2020-07-23]. DOI: 10.1155/2012/270752. ISSN 1741-427X. Dostupné z: <http://www.hindawi.com/journals/ecam/2012/270752/>

[127] ČSN ISO EN 12966-2. *Živočišné a rostlinné tuky a oleje - Plynová chromatografie methylesterů mastných kyselin - Část 2: Příprava methylesterů mastných kyselin*. Brusel: Evropský výbor pro normalizaci, 2017.

[128] MASÁR, Martin. *Studium macerátů vybraných rostlinných materiálů v olejových základech*. Brno, 2019. Bakalářská práce. Vysoké učení technické v Brně, Fakulta chemická, Ústav chemie potravin a biotechnologií. Vedoucí práce Jana Zemanová.