

Olej z plodů kávovníků

Zuzana Mudráková

Bakalářská práce
2019



Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně
Fakulta technologická

Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně
Fakulta technologická
Ústav technologie tuků, tenzidů a kosmetiky
akademický rok: 2018/2019

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Zuzana Mudráková**
Osobní číslo: **T18516**
Studijní program: **B2901 Chemie a technologie potravin**
Studijní obor: **Technologie výroby tuků, kosmetiky a detergentů**
Forma studia: **prezenční**

Téma práce: **Olej z plodů kávovníků**

Zásady pro vypracování:

Druhy kávovníků
Plody kávovníků jako zdroj nápojů
Kávovníkové oleje
Chemické složení kávovníkových olejů
Použití olejů v kosmetice i mimo ni

Rozsah bakalářské práce:

Rozsah příloh:

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

Seznam odborné literatury:

AUGUSTÍN, Jozef. *Ukázky o kávě a kávovinách* . V Brně: Jota, 2016. **ISBN 978-80-7462-850-4.**

FERRARI, M., F. RAVERA, E. DE ANGELIS, F. Suggi LIVERANI a L. NAVARINI. Interfacial properties of coffee oils. *Colloids and Surfaces A: Physicochemical and Engineering Aspects* . 2010, 365(1-3), 79-82. DOI: 10.1016/j.colsurfa.2010.02.002. **ISSN 09277757.**

SCHUETTE, H. A., Milford A. COWLEY a Chang Y. CHIANG. The Characteristics and Composition of Coffee Bean Oil. *Journal of the American Chemical Society* . 1934, 56(10), 2085-2086. DOI: 10.1021/ja01325a024. **ISSN 0002-7863.**

Vedoucí bakalářské práce:

Ing. Ondřej Rudolf, Ph.D.

Ústav technologie tuků, tenzidů a kosmetiky

Datum zadání bakalářské práce:

2. ledna 2019

Termín odevzdání bakalářské práce:

20. května 2019

Ve Zlíně dne 12. března 2019

L.S.

doc. Ing. Roman Čermák, Ph.D.
děkan

doc. Ing. Marián Lehotský, Ph.D.
ředitel ústavu

Příjmení a jméno:

Obor:

PROHLÁŠENÍ

Prohlašuji, že

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

Ve Zlině.....

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

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

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

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

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

(2) Do práva autorského také nenasahuje škola nebo školství či vzdělávací zařízení, uděle-li nikoli za účelem přímého nebo nepřímého hospodářského nebo obchodního prospěchu k výuce nebo k vlastní potřebě dílo vytvořené žákem nebo studentem ke splnění školních nebo studijních povinností vyplývajících z jeho právního vztahu ke škole nebo školstvímu či vzdělávacího zařízení (školní dílo).

⁸⁾ zákon č. 121/2000 Sb. o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon) ve znění pozdějších právních předpisů, § 60 Školní díla:

(1) Škola nebo školství či vzdělávací zařízení mají za obvyklých podmínek právo na uzavření licenční smlouvy o užití školního díla (§ 35 odst. 3). Odpověď autor takového díla uděle volně bez věcného důvodu, mohou se tyto osoby domáhat nahrazení chybného projevu jeho vůle u soudu. Ustanovení § 35 odst. 3 sčlovka nedotýká.

(2) Nemá-li sjednáno jinak, může autor školního díla své dílo užit či poskytnout jinému licenc; není-li to v rozporu s oprávněnými zájmy školy nebo školstvího či vzdělávacího zařízení.

(3) Škola nebo školství či vzdělávací zařízení jsou oprávněny požadovat, aby jim autor školního díla zvděluje jim dozděného v souvislosti s užitím díla či poskytnutím licence podle odstavce 2 příměrně přispěl na úhradu nákladů, které na vytvoření díla vynaložil, a to podle okolností až do jejich skutečné výše; přitom se přikládá k výši výdělku dozděného školou nebo školstvímu či vzdělávacím zařízením zvdělu školního díla podle odstavce 1.

ABSTRAKT

Bakalářská práce se zabývá kávovým olejem. Kávovník byl nejprve botanicky zařazen a následně byly popsány jednotlivé kroky při zpracování kávovníkových plodů. Nejvýznamnější část této bakalářské práce byla věnována lipidové frakci kávových třešní. Byly popsány postupy pro získávání kávového oleje a následně rozebráno jeho složení. Mezi nejdůležitější části kávového oleje patří mastné kyseliny. U těchto sloučenin bylo pomocí několika různých metod zjišťováno jejich procentuální zastoupení a také to, zda jsou ve vázané nebo volné formě. Bylo zde také popsáno využití kávového oleje v přípravcích pro ochranu před sluncem.

Klíčová slova: kávový olej, mastné kyseliny, kafestol, kahweol, superkritická fluidní extrakce, opalovací přípravky

ABSTRACT

The bachelor thesis deals with coffee oil. The coffee tree was first classified botanically and then the individual steps in processing of coffee fruits were described. The most important part of this thesis was devoted to the lipid fraction of coffee beans. Procedures for obtaining coffee oil have been described and then its composition has been discussed. The most important parts of coffee oil are fatty acids. In the case of these compounds, their percentages were determined by several different methods and whether they are in bound or free form. There has also been described the use of coffee oil in sun protection products.

Keywords: coffee oil, fatty acids, cafestol, kahweol, supercritical fluid extraction, sunscreens

Tímto bych chtěla poděkovat svému vedoucímu bakalářské práce panu Ing. Ondřeji Rudolfovi, Ph.D. za vedení a cenné rady, které mi poskytoval při vypracování téhle práce.

Také bych chtěla poděkovat své rodině a příteli za podporu během studia.

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

OBSAH

ÚVOD	9
1 BOTANICKÉ ZAŘAZENÍ KÁVOVNÍKŮ	10
1.1 VÝSKYT KÁVOVNÍKU	13
1.2 DRUHY KÁVOVNÍKŮ	13
1.2.1 Kávovník statný.....	13
1.2.2 Kávovník arabský	14
2 TECHNOLOGIE ZPRACOVÁNÍ KÁVOVNÍKOVÝCH TŘEŠNÍ	15
2.1 SUCHÝ POSTUP ZPRACOVÁNÍ.....	15
2.2 MOKRÝ POSTUP ZPRACOVÁNÍ	16
2.3 POLO-PROMÝVANÝ ZPŮSOB ZPRACOVÁNÍ.....	17
3 LIPIDOVÁ FRAKCE KÁVOVÝCH TŘEŠNÍ	18
3.1 ZASTOUPENÍ LIPIDŮ.....	18
3.1.1 Kávový vosk.....	18
3.1.2 Kávový olej	19
3.1.3 Stanovení celkového obsahu oleje.....	20
4 SLOŽENÍ KÁVOVÉHO OLEJE	22
4.1 MASTNÉ KYSELINY.....	22
4.1.1 Celkové mastné kyseliny a mastné kyseliny v triacylglycerolech	22
4.2 DITERPENY	24
4.2.1 Volné diterpeny	24
4.2.2 Estery diterpenových mastných kyselin	25
4.2.3 Diterpeny v lipidové frakci pražených káv	26
4.2.4 Diterpeny v kávových nápojích a zdravotní aspekty.....	26
4.3 AROMATICKÉ SLOUČENINY.....	26
4.4 NEZMÝDELNITELNÁ ČÁST KÁVOVÉHO OLEJE	27
5 VADNÉ KÁVOVÉ ZRNA	28
5.1 ROZDÍL VE SLOŽENÍ MASTNÝCH KYSELIN	28
6 VYUŽITÍ KÁVOVNÍKOVÉHO OLEJE	29
6.1 OPALOVACÍ PŘÍPRAVKY.....	29
6.1.1 Olej ze zelených kávových zrn.....	30
ZÁVĚR	32
SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY	33
SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK	35
SEZNAM OBRÁZKŮ	36
SEZNAM TABULEK	37

ÚVOD

Kávovník je rostlina, která se pěstuje na celém světě. Produkce kávy se neustále zvyšuje. Mezi dva nejdůležitější rody kávovníků patří *Coffea arabica* a *Coffea canephora*. Plody těchto rostlin se potom zpracovávají buď mokrým, suchým nebo polo-promývaným způsobem. Co se týká obsahu lipidů v zrnech těchto káv, dělí se na kávový olej a kávový vosk. V kávovém oleji je důležité zastoupení mastných kyselin. V této práci je také porovnáváno zastoupení mastných kyselin ve zdravých a vadných kávových zrnech. Dále jsou v něm obsaženy také diterpeny, aromatické sloučeniny a nezmýdelnitelné látky.

Tato práce se zabývá získáváním kávového oleje pomocí různých metod, zejména pomocí Soxhletovy extrakce a superkritické fluidní extrakce. Z takto izolovaného kávového oleje pak bylo určeno samotné složení oleje.

Je zde také uvedeno využití jak kávového oleje, tak i kávového vosku a to zejména v kosmetických prostředcích.

1 BOTANICKÉ ZAŘAZENÍ KÁVOVNÍKŮ

Kávovníková zrna jsou semena kávovníkových stromů nebo keřů. Tyto stromy či keře mají květy bílé barvy, červené třešně a jasně zelené listy. Na stromu kávovníku se mohou vyskytovat současně květy i plody v různém stádiu zralosti. [1]



Obrázek 1: Strom kávovníku [8]

Kávovníky se řadí do skupiny nižších tropických rostlin s produktivitou kolem 30 až 40 let a dožívají se až 100 let. Všechny druhy těchto rostlin lze zařadit mezi dřevnaté. Výška kávovníků je velmi rozmanitá. Mohou se vyskytovat jako keře nízkého vzrůstu, ale také to mohou být stromy dosahující výšky až patnáct metrů s kořeny v hloubce až 1,5 metru. Záleží na tom, zda kávovníky rostou divoce nebo se pěstují na plantážích. Pokud se jedná o kávovníky, které rostou divoce, mohou dorůst výšky až několika metrů. Kávovníky pěstované na plantážích je nutno upravovat do vhodné výšky tak, aby byla vhodná pro sběr kávových plodů. [8] Z botanického hlediska lze kávovníky zařadit do oddělení *Anthophyta*, třídy *Magnoliopsida*, podtřídy *Asteridae*, řádu *Rubiales*, čeledi *Rubiaceae* a rodu *Coffea* L. Dále lze kávovníky řadit do druhů, kterých jsou desítky. Patří zde kávovníky, které rostou divoce, ale mohou růst také na plantážích (prapůvodně jde o africkou rostlinu z oblasti Etiopie). [1]

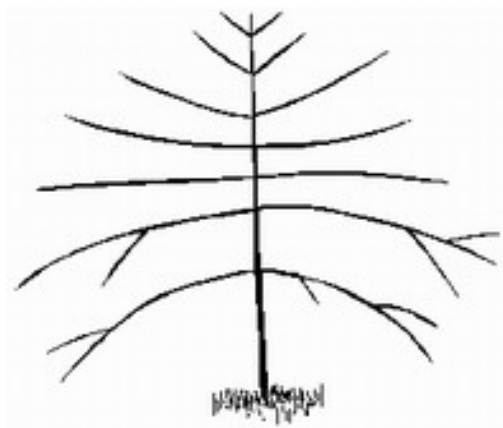
Mezi nejznámější rody kávovníků patří rody *Coffea arabica* a *Coffea canephora*. *Coffea arabica* má úzká a podlouhlá zrna a řadí se mezi samosprašné rostliny. Tyto zrna mají zaoblený profil a středová linka připomíná svým tvarem písmeno „S“. Mezi nejčastější oblas-

ti, kde se *Coffea arabica* pěstuje, patří Střední a Jižní Amerika. Optimální teplota růstu je mezi 15 až 24 °C a doba zrání bobulí se pohybuje mezi šesti až devíti měsíci. *Coffea canephora* nepatří mezi samosprašné rostliny. Rostlina má malý kmen, ze kterého vějířovitě vyrůstají malé pevné větvičky. Oproti *Coffea arabica* jsou zrna širší a kratší. Pro tento rod jsou charakteristická zrna, která mají špičatý konec a uprostřed dlouhý rovný řez. [1]



Obrázek 2: Porovnání kávových zrn rodů *Coffea arabica* a *Coffea canephora* var. robusta

Doba zrání je delší a to deset až jedenáct měsíců. Mezi nejčastější oblasti pěstování patří západní a střední Afrika a jihovýchodní Asie. Optimální teplota růstu je vyšší a pohybuje se kolem 30 °C. Rozdíl mezi těmito dvěma rody je také v následné chuti kávy. Káva ze zrn *Coffea canephora* je více hořká a kořenitější. [1]



Obrázek 3: Silueta keře *Coffea arabica*



Obrázek 4: Silueta keře *Coffea canephora* var. robusta

Listy kávovníků jsou známy velkou rozmanitostí. Mohou být jak symetrické, tak i asymetrické. Všechny listy kávovníků jsou sytě zelené, povrch všech listů kávovníků je pokryt voskem. List tedy hraje důležitou roli v ochraně rostliny. V noci je tak rostlina chráněna před mrazy a během dne před silným slunečním zářením. Struktura listů je vždy bipolární s mírně zvlněnými okraji. Typickým znakem je špičatý vrch a konec listu. Listy obsahují velké množství kofeinu, které je v rámci celé rostliny nejvyšší. [1]

Květy kávovníků mají hvězdicovitý tvar a jsou bílé. Vyrůstají v trsech nejčastěji v 8 až 15 kusech. Samotný květ je složen z kalichu, který je pětičlenný a má zoubkovaný okraj. Kávovníky kvetou několik dní a po odkvětu, který nastává zhruba po sedmi měsících, se tvoří plody, tedy bobule. [1]



Obrázek 5: Pupeny kávovníku [6]



Obrázek 6: Rozkvetlý květ kávovníku [6]

Plod se začíná vyvíjet po opylení květů. Nejprve vytvoří malé bobule zeleného zbarvení. Zbarvení se následně v době dozrávání mění. Jakmile třešně dozrají, mají hnědou barvu s lehkým fialovým nádechem. Každá třešň obsahuje dvě zrna, které jsou otočeny plochými stranami k sobě. Průměrná roční úroda se u kávovníků pohybuje kolem půl až jednoho kilogramu zrn na jednu rostlinu kávovníku. [1]

1.1 Výskyt kávovníku

Káva patří mezi oblíbené suroviny po celém světě, proto je nutno také kávovník pěstovat v dostatečném množství. [8] Spotřeba kávy je extrémně zakořeněna v kulturních zvyklostech mnoha zemí, takže celkový vývoz a dovoz kávy roste. [10] Nejvhodnějšími oblastmi pro pěstování kávovníků jsou oblasti kolem rovníku, tedy v tropickém podnebném pásmu. Kávovníky jsou pěstovány napříč celým světem. Pro tyto rostliny je důležitý dostatečný příjem vody, který právě v těchto oblastech mají. Kávovníky nejsou závislé na určité nadmořské výšce, lze je pěstovat v různých nadmořských výškách. Ve větších nadmořských výškách je však pěstování o něco náročnější. [8]

1.2 Druhy kávovníků

1.2.1 Kávovník statný

Nejvýznamnější oblasti pro jeho pěstování jsou Vietnam, Indonésie, Indie a Brazílie. Dorůstá až do výšky 10 metrů a má pravidelné větvení. [8] Zrna tohoto kávovníku se po mletí používají k přípravě kávy. Na obchodním trhu se prodávají pod názvem robusta. [13] Tento typ kávovníku obsahuje asi dvakrát více kofeinu než *Coffea arabica*, chuť a aroma jsou však méně výrazné. Dobře snáší teploty až kolem 30 °C a také je výrazně odolný vůči škůdcům. [8]

1.2.2 Kávovník arabský

Kávovník arabský je původem z Etiopie. Vyskytuje se také na Arabském poloostrově (odtud název arabský). Dnes tvoří převážnou většinu produkce kávy a to kolem 70 %. [8] Vhodnými oblastmi pro pěstování jsou takové oblasti, kde je vyšší rozdíl teplot mezi dnem a nocí. Kávovník arabský se pěstuje ve vyšších nadmořských výškách v rozmezí 1100 až 1500 metrů. Tento typ kávovníku je náročnější na pěstování než kávovník statný. Mezi největší pěstitele a producenty této kávy patří Brazílie, Kolumbie, Mexiko, Indie a Pobřeží slonoviny. [13] Může se vyskytovat jako malý strom a také jako keř. Má květy bílé barvy a plod tohoto kávovníku je rozdělen na dvě části, tedy kávovníková zrna. Znakem zralosti plodů je jejich červené zbarvení. Tyto plody obsahují asi 1 až 1,5 % kofeinu. [9]

Tabulka 1: Rozdílné vlastnosti složení kávových zrn *Coffea arabica* a *canephora*

Zastoupená látka	<i>Coffea arabica</i>	<i>Coffea canephora</i>	Příklad sloučeniny
Rozpustné sacharidy	9,0–12,5	6,0–11,5	Glukóza, sacharóza
Ner rozpustné sacharidy	46,0–53,0	34,0–44,0	Celulóza a hemicelulóza
Kyseliny a fenoly	8,8–12,4	8,4–14,4	
Těkavé kyseliny	0,1	0,1	Kyselina octová, kyselina valerová
Netěkavé kyseliny	2,0–2,9	1,2–2,2	Kyselina citronová, kyselina chinová
Chlorogenové kyseliny	6,7–9,4	7,1–12,0	
Lipidové sloučeniny	15,0–8,0	8,0–12,0	Kafestol, kahweol
Vosky	0,2–0,3	0,2–0,3	
Oleje	7,6–17,8	7,6–17,8	Estery kyseliny palmítové a linolové
Dusíkaté sloučeniny	11,0–15,0	11,0–15,0	
Volné aminokyseliny	0,2–0,8	0,1–0,8	Kyselina glutamová, kyselina asparagová
Bílkoviny	8,5–12,0	8,4–12,0	
Kofein	0,8–1,4	1,3–4,0	
Trigonelin	0,6–1,2	0,3–0,9	
Minerální látky	3,0–5,4	3,0–5,4	Draslík, vápník, hořčík

2 TECHNOLOGIE ZPRACOVÁNÍ KÁVOVNÍKOVÝCH TŘEŠNÍ

Kávovníkové třešně je nutno zpracovávat ihned po sklizni. Z bobulí se získávají zelená kávovníková zrna. Zpracování kávovníkových třešní má vliv na následnou chuť kávy a také na cenu. Používají se tři základní způsoby a to suchá cesta, mokrá cesta a polo-promývaná metoda. [1]

2.1 Suchý postup zpracování

Tato metoda se řadí mezi nejstarší metody zpracování zrn. Patří mezi metody, které jsou málo finančně náročné. [1] Používá se zejména v chudých zemích s nedostatkem vody. [6] Nejdříve dochází ke sběru třešní a poté k následnému čištění. Při čištění je nutné oddělit od kávovných třešní zbytky zeminy a ostatní nečistoty. Dále následuje rovnoměrné rozložení kávovných třešní. K těmto účelům se nejčastěji používá betonová nebo cihlová podlaha. Kávovníkové třešně vysychají a je nutno zajistit dostatečný přístup vzduchu a slunečních paprsků. Během sušení se třešně musí různě otáčet a prohrabávat. K tomu slouží speciálně upravené nástroje. [1] Doba sušení kávovníkových třešní se udává okolo 4 týdnů. Tato doba je také závislá na povětrnostních podmínkách v dané krajině. [6] Na konci tohoto procesu jsou třešně, které mají vlhkost kolem 12 %. Proces sušení trvá přibližně čtyři týdny. Pro urychlení procesu sušení se mohou využívat také mechanické sušičky. Kávovníkové třešně však nesmí být vysušeny příliš, ale také nesmí být nedosušené. V případě, že jsou třešně vysušeny moc, může docházet k porušení zrna během dalšího zpracování. Naopak u nedosušených třešní může docházet k různým infekcím třešní. Dalším krokem je potom loupání kávovníkových zrn z třešní. Loupání je možno provádět ručně nebo pomocí různých zařízení. [1] Ve vyspělejších zemích je možno použít mechanické loupače. Loupání zrn se pomocí nich urychlí, avšak může také dojít ke ztrátám v podobě poškozených zrn. [6] Po vyloupenutí zrn zůstává na jejich povrchu tenká vrstva, která se nazývá pergamen. Následně dochází k třídění zrn podle jejich velikosti a kvality. Výhodou této metody je finanční nenáročnost, naopak nevýhodou může být časová a také fyzická náročnost zpracování. Takto připravená zrna jsou následně umístěna v silech po dobu asi jednoho měsíce. V tomto období se látky, které obsahují obalové vrstvy, vstřebávají do zelených zrn. Chuť kávy, která je připravena z takto zpracovaných zrn, je zpravidla sladká, ovocná až čokoládová. [1] Káva, která byla získána pomocí suché metody je většinou méně kvalitní. Takto upravená zrna totiž neprocházejí žádným tříděním podle zralosti. [6]

2.2 Mokrý postup zpracování

Ve srovnání se suchým postupem je tato metoda náročnější. Nutnou podmínkou je dostatečné množství vody. [1] Tato metoda se nejvíce využívá v zemích, které mají dostatek srážek a vyznačují se vysokou vlhkostí. [6] V mnoha případech se z důvodu úsporných opatření přistupuje k recyklaci vody, která se následně znovu používá. Tento postup se využívá pro oddělení nezralých a poškozených zrn a dalších nečistot. Zrna upravena tímto způsobem mají vysokou kvalitu. Prvním krokem je promývání zrn ve velkých nádržích. Následuje selekce zrn a odstraňuje se jejich vrchní část a také kousek vnitřní dužiny. K tomu slouží speciální zařízení. Loupání zrn je nutné provádět nejpozději do 24 hodin po sklizni z důvodu jednoduššího oddělení slupek od zrn. Slupky jsou následně odplavovány pomocí proudu vody. Poté jdou zrna do mycích kanálů, kde se oddělují lehká zrna plovoucí na povrchu od těžších zrn ve spodní části kanálů. Po těchto úpravách následuje základní fermentace. Při této operaci se odděluje povlak, který pokrývá oplodí. K fermentaci se nejčastěji používá bakterie *Lactobacillus acidophilus*. Kávovníková zrna jsou proudem vody unášeny do fermentačních nádrží, kde dochází k samotné fermentaci. Délka trvání fermentace je různá. Doba se pohybuje od 12 hodin až po 72 hodin. Jako produkt fermentace vzniká kyselina mléčná, která způsobuje kyselé pH prostředí. Pomocí přítomných enzymů je rozkládán sliz, který je na povrchu pergamenu. Na konci fermentace je pergamen zbaveno veškerého slizu a má tuhou konzistenci. [1] Zvláštním typem fermentace je tzv. suchá fermentace. Taková fermentace se využívá zejména v zemích, které mají vysokou a celodenní vlhkost. Zrna jsou fermentována pouze vlhkostí vzduchu a jen ve vlastní šťávě. Nevýhodou této fermentace je delší doba fermentace, která se pohybuje okolo 3 až 4 týdnů. [6] Další operací je sušení zrn. Na počátku sušení mají kávovníková zrna vlhkost okolo 50 %. Tuto vlhkost je nutno snížit kvůli následnému skladování zrn. U špatně vysušených zrn by mohlo docházet k nežádoucímu poškození (např. plesnivění). Doba sušení zrn je v rozmezí 12 až 15 dní. Kávovníková zrna se suší velkými strojovými sušičkami s horkým vzduchem. Používají se také mechanické nebo bubnové sušičky. V některých případech se může používat také tzv. přírodní sušení. Jedná se o sušení volně na slunci za vhodných klimatických podmínek. Kávovníková zrna jsou rovnoměrně rozmístěna na různých površích, kterými mohou být třeba betonové či asfaltové plochy. Povrch, na kterém jsou zrna rozložena je důležitý, protože podle povrchu mají zrna rozdílnou chuť a aroma. Káva, která je připravena ze zrn zpracovaných mokrou cestou, má svěží chuť s lehce ovocným a květinovým aroma. Chuť těchto káv je kyselejší než u káv připravených pomocí suché cesty. [1]

2.3 Polo-promývaný způsob zpracování

Kávovníkové třešně zpracovávané pomocí polo-promývaného způsobu jsou nejprve přesunuty do vodních nádrží. V těchto nádržích se oddělují nezralé zrna. Následně se pomocí strojů odděluje vrchní slupka od zbytku zrna. Také se zde odděluje část dužiny. Kávovníková zrna se pak nechávají sušit na slunci. Největší výhodou této metody je malá spotřeba vody, čímž se výrazně snižují náklady. Kávy připravené z takto upravených zrn mají nasládlou chuť. Tato chuť je zajištěna sacharidy, které jsou obsaženy ve svrchních obalech a pozvolna fermentují. [1]

3 LIPIDOVÁ FRAKCE KÁVOVÝCH TŘEŠNÍ

Káva je velmi oblíbeným nápojem, protože má jedinečnou chuť a chuťové vlastnosti. Lipidová frakce zrn, složená z oleje a nezmýdelnitelného materiálu, zabraňuje prchání a ztrátě chuti během procesu pražení. [14] Lipidová frakce kávy se skládá převážně z triacylglycerolů, sterolů a tokoferolů, což jsou typické složky nacházející se ve všech jedlých olejích. Kromě těchto složek obsahuje také diterpeny ze skupiny kaurenů, které tvoří až 20 % všech lipidů. Diterpeny jsou zajímavé kvůli jejich analytickým a fyziologickým účinkům. [2]

3.1 Zastoupení lipidů

Co se týká částí kávového zrna, nejvíce lipidů je umístěno v endospermu zelených kávových zrn. Těmto lipidům se říká kávový olej. Lipidy jsou také umístěny ve vnější vrstvě zrna, v tomto případě se jedná o kávový vosk. U dvou nejdůležitějších druhů kávy je obsah lipidů v zelených kávových zrnech u *Coffea arabica* v průměru asi 15 %, zatímco zelené zrna druhu *Coffea canephora* obsahují mnohem menší množství a to asi kolem 10 %. [2]

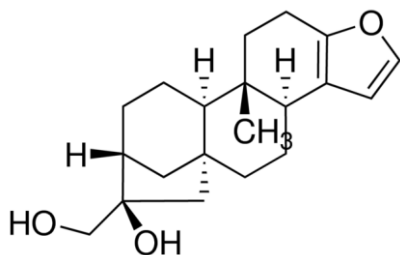
3.1.1 Kávový vosk

Jak je uvedeno výše, kávový vosk je umístěn ve vnější vrstvě zrna. Podle Folstara a kol. byl obsah vosku stanoven metodou extrakce za použití chloroformu jako rozpouštědla. Procentuální zastoupení vosku v *Coffea arabica* potom bylo 0,2 až 0,3 %, u *Coffea canephora* to potom bylo méně a to asi 0,1 %. Tyto relativně nižší hodnoty obsahu vosku jsou pravděpodobně jedním z důvodů jejich popularity na celém světě. Odstranění voskové vrstvy při zpracování značně zlepšuje kvalitu výsledné kávy. [14]

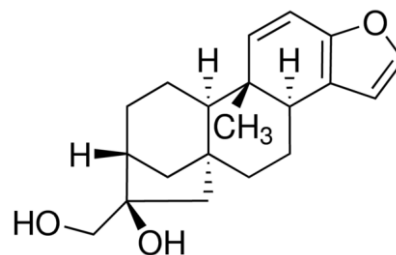
Kávový vosk může být nejen použit jako přírodní antioxidant v potravinářských výrobcích, ale také jako zdroj serotoninu. [14,15] Autor M. Kele zkoušel izolovat serotonin z kávového vosku, který byl získán z kávových zrn zbavených kofeinu. Byla vyvinuta jednoduchá metoda hydrolyzy a extrakce pro uvolnění serotoninu ze vzorku kávového oleje. Množství serotoninu bylo stanoveno vysokoúčinnou kapalinovou chromatografií na reverzní fázi s gradientovou elucí a UV detekcí za použití metody standardního přídatku. Průměrný obsah serotoninu ve vzorku kávového vosku stanovený ze šesti měření byl 4,1 mg/g. [15]

3.1.2 Kávový olej

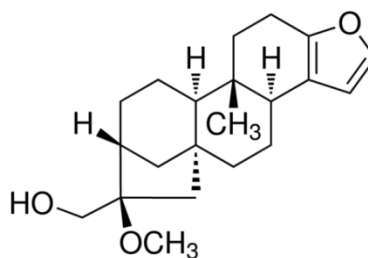
Kávový olej je složen převážně z triacylglycerolů s mastnými kyselinami v poměrech podobných jako ve většině jedlých rostlinných olejů. Poměrně velká nezmýdelnitelná frakce je bohatá především na diterpeny ze skupiny kaurenu, zejména kafestol, kahweol a 16-O-methylkafestol.



Obrázek 7: Struktura kafestolu [16]



Obrázek 8: Struktura kahweolu [16]



Obrázek 9: Struktura 16-O-methylkafestolu [16]

Mezi steroly, které jsou také součástí nezmýdelnitelných látek, byly identifikovány různé methyl- a dimethylsteroly. [2]

Tabulka 2: Složení lipidové frakce zelených kávových zrn

Složky	% suchého podílu
Triacylglyceroly	75,2
Estery diterpenových alkoholů a mastných kyselin	18,5
Diterpenové alkoholy	0,4
Estery sterolů a mastné kyseliny	3,2
Steroly	2,2
Tokoferoly	0,04–0,06
Fosfolipidy	0,1–0,5
Deriváty tryptaminu	0,6–1,0

3.1.3 Stanovení celkového obsahu oleje

Výtěžek surového oleje záleží nejen na složení kávového zrna, ale také na podmínkách, za kterých byl olej získáván. U extrakce záleží zejména na velikosti částic a ploše povrchu, výběru rozpouštědla a na době trvání extrakce. Stanovení podle German Society for Lipid Science (DGF) probíhalo Soxhletovou extrakcí s použitím rozpouštědla – petroletheru. Materiál se nejprve rozemlel a poté byl sušen při 105 °C po dobu 30 až 35 minut. Následovala extrakce po dobu 4 hodin (teplota v rozmezí 40–55 °C). [2] Nevýhodou techniky Soxhletovy extrakce je, že část rozpouštědla může být obsažena i po odpaření ve vyextrahovaném oleji, což může omezit jeho použitelnost a spotřebu. Další nevýhodou jsou delší extrakční časy a to 8–16 hodin. [3] Pro získání kávového oleje použitelného pro studium jeho chemického složení podrobněji je nezbytná přímá extrakce rozpouštědlem bez úpravy kyselinou. Používá se diethylether, petrolether, n-hexan nebo směs diethyletheru a n-hexanu. Výsledky nejsou homogenní, protože jsou závislé na použitém rozpouštědle. Picard a kol. zjistili, že se zvyšujícím se časem extrakce obsah oleje v *Coffea canephora* lehce vzrostl při extrakci směsí n-hexan/diethylether po dobu 6 a 8 hodin (obsah oleje 11,4 a 11,6 %) a pak se mírně snížil po dobu 10 a 12 hodin (11,0 a 10,9 %). Výtěžek získaný při extrakci rozpouštědlem závisí na velikosti částic, na které je káva finálně namletá. [2]

Další možnou metodou získávání kávového oleje je superkritická fluidní extrakce (SFE). SFE je charakteristická tím, že je to flexibilní proces umožňující optimalizaci extrakční selektivity měněním hustoty tekutin. Má také několik výhod jako je téměř úplná nepřítomnost odpadu, nízká spotřeba energie, možnost extrakce termolabilních sloučenin a snadná likvidace použitých tekutin. SFE je také vhodná k získání extraktu oleje z použité kávové sedliny. V následující studii Dorado a kol. použili vzorky kávy *Coffea arabica* a sCO₂ o vysoké čistotě. Kávové zrna použité byla podrobena pražení na 200 °C po dobu 13 minut. Vzorky 200 g pražených a mletých káv byly vloženy do extrakční nádoby a sCO₂ byl pumpován skrz s využitím vysokotlakého čerpadla až do stanoveného tlaku. Teplota uvnitř nádoby byla zvednuta a udržována na požadované úrovni ohřívacím pláštěm obklopujícím nádobu. Po ukončení extrakce byl olej shromážděn ve spodní části separátoru. [3]

Superkritická fluidní extrakce se provádí v rozmezí tlaků 15–30 MPa a v rozmezí teplot 40–60 °C. Podmínky extrakce použité pro experimentální provedení byly vybrány na základě předchozích prací Sandi a kol. a Couto a kol. Hmotnostní tok oxidu uhličitého byl stanoven na 70 gramů za minutu. Výtěžek extrakce byl určen na základě množství kávové-

ho oleje získaného na jednotku hmotnosti suroviny v procentech. Celkem bylo provedeno 12 experimentů pro zjištění podmínek, při kterých by byl výtěžek největší. [3]

Tabulka 3: Podmínky a získaný výtěžek pomocí SFE

Experiment	Tlak [MPa]	Teplota [°C]	Výtěžek [%, w/w]
1	15	40	1,62
2	30	40	7,38
3	15	60	1,79
4	30	60	3,49
5	11,9	50	0,59
6	33,1	50	4,62
7	22,5	36	5,32
8	22,5	64	2,28
9	22,5	50	4,36
10	22,5	50	3,60
11	22,5	50	3,37
12	22,5	50	3,28

Tlak měl větší dopad na extrakční výtěžek než teplota. Hustota sCO₂ se zvyšuje spolu s tlakem a tím dochází k následnému zvýšení rozpustnosti oleje v rozpouštědle. Nárůst tlaku zlepšuje průnik rozpouštědla do pevné hmoty pod podmínkou dostatečného kontaktu mezi rozpouštědlem a rozpouštěnou látkou. Naopak teplota vykazuje menší důsledek na výtěžek extrakce, protože když teplota roste, tak se snižuje právě výtěžek extrakce.[3]

4 SLOŽENÍ KÁVOVÉHO OLEJE

4.1 Mastné kyseliny

Kompozice kávového oleje a speciálně obsah mastných kyselin může být považován za chemicky klíčové pro rozlišení odrůd kávy. Při extrakci oleje z pražených kávových zrn byla zjištěna přítomnost nasycených i nenasycených mastných kyselin. Větší zastoupení nasycených mastných kyselin může podporovat oxidační stabilitu. Naopak vysoká frakce polyenových mastných kyselin může způsobit negativní účinek na kvalitu finálního produktu, protože tyto sloučeniny snadno podléhají oxidaci a také stimulují formování sloučenin zajišťujících chuť a aroma. [3]

4.1.1 Celkové mastné kyseliny a mastné kyseliny v triacylglycerolech

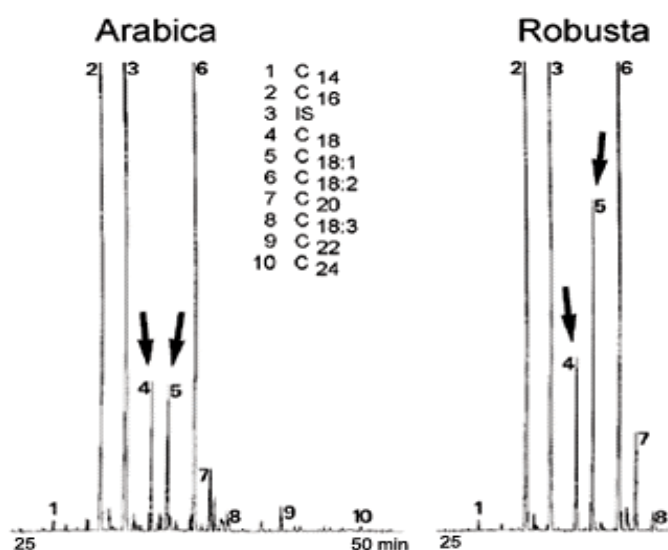
Většinou se mastné kyseliny vyskytují v kombinovaném skupenství. Mnoho z nich je esterifikováno glycerolem v TAG asi 20 % je esterifikováno diterpeny a malá část se nachází v esterech sterolů. Celkové složení mastných kyselin kávového oleje bylo předmětem mnoha studií. Folstar a kol. (1975) a Speer a kol. (1993) zkoumali mastné kyseliny podrobněji. Analyzovali mastné kyseliny v TAG kávových zrn a v esterech diterpenů. Pro oddělení různých lipidových tříd byla použita kolona Florisil. Speer a kol. izoloval TAG pomocí gelové permeační chromatografie, transesterifikoval je methanolátem draselným a podrobil chromatografii methylestery mastných kyselin pomocí 60 m kapilární kolony z taveného oxidu křemičitého. Během pražení došlo k malým změnám ve složení mastných kyselin. Jednou z těchto změn je, že v *Coffea arabica* a *Coffea canephora* var. *robusta* pražení zvýšilo hladinu trans mastných kyselin, konkrétně obsah C18:2. Bylo zjištěno, že nenasycené mastné kyseliny, hlavně kyselina linolová, jsou nejlépe esterifikovány se sekundární hydroxylovou polohou v glycerolu. [2]

Tabulka 4: Zastoupení mastných kyselin v TAG v zelených kávových zrnech [%]

Typ mastné kyseliny	Folstar (1975) zrna zbavená vosku	Speer (1993) <i>Coffea arabica</i>	Speer (1993) <i>Coffea canephora</i>
Kyselina myristová	0,2	Stopové množství	Stopové množství
Kyselina palmitová	33,3	27,2–32,1	26,6–27,8
Kyselina stearová	7,3	5,8–7,2	5,6–6,3
Kyselina olejová	6,6	9,7–14,2	6,7–8,2
Kyselina linolová	47,7	43,9–49,3	52,2–54,3
Kyselina linolenová	1,7	0,9–1,4	2,2–2,6
Kyselina arachová	2,5	2,7–4,3	2,6–2,8
Kyselina behenová	0,5	0,3–0,8	0,5–0,6
Kyselina lignocerová	Stopové množství	0,3–0,4	0,2–0,4

Mezi rozdílné mastné kyseliny v kávovém oleji patří kyselina linolová. Kyselina linolová je esenciální mastnou kyselinou, proto musí být její převážná část přijímána v potravě. Její absence může být spojená s dermatologickými poruchami. Doporučená denní dávka kyseliny linolové je asi 3 až 4 gramy. Tato kyselina je také používána v péči suchou pokožku a tak je společně s kyselinou palmitovou, stearovou a olejovou výbornou surovinou pro výrobu kosmetiky. [3]

Existuje 9 volných mastných kyselin, které jsou společné pro *Coffea arabica* a *Coffea canephora*. Hlavními mastnými kyselinami v obou těchto druzích jsou kyselina linolová a kyselina palmitová. Ve větším množství byly také zjištěny kyseliny stearová, olejová, arachová a behenová. V menším množství jsou v kávovém oleji obsaženy kyseliny myristová, linolenová a lignocerová. Rozdíly mezi *Coffea arabica* a *Coffea canephora* jdou vidět pouze, když je obsah kyseliny stearové a kyseliny olejové srovnáván na chromatogramu, který vznikl po analýze pomocí plynové chromatografie. Podíl kyseliny stearové je u *Coffea canephora* znatelně menší než podíl kyseliny olejové. Podíly těchto dvou kyselin jsou u *Coffea arabica* velmi podobné. Obsah volných mastných kyselin v čerstvě sklizených zelených zrnech je velmi nízký. Enzymy, které štěpí tuky mají velký vliv na obsah volných mastných kyselin. Na obsah volných mastných kyselin má také vliv vlhkost a teplota. [2]



Obrázek 10: GC chromatogramy methylesterů volných mastných kyselin [2]

4.2 Diterpeny

Diterpeny vyskytující se v kávě jsou nejčastěji v podobě pentacyklických diterpenových alkoholů založených na bázi kauranového skeletu. Mezi nejvýznamnější diterpeny, které se v kávě nachází, patří kafestol a kahweol. Oby tyto diterpeny jsou citlivé na kyseliny, teplo a světlo a hlavně kahweol je v čisté formě nestabilní. V roce 1989 byl izolován 16-O-methylkafestol z kávových zrn *Coffea canephora* var. robusta. Jeho struktura byla, společně s 16-O-methylkahweolem, obajsněna pomocí syntézy. *Coffea arabica* obsahuje kafestol a kahweol, *Coffea canephora* var. robusta obsahuje kafestol a pouze malé množství kahweolu. Navíc také obsahují 16-O-methylkafestol. 16-O-methylkafestol je během pražičího procesu stabilní, proto se stal významným ukazatelem pro detekci *Coffea canephora* var. robusta v kávových směsích. 16-O-methylkafestol nebyl detekován v kávových zrnech *Coffea arabica*, ale bylo dokázáno, že se tento diterpen vyskytuje v jiných částech rostliny. Kafestol, kahweol a 16-O-methylkafestol jsou převážně esterifikovány různými mastnými kyselinami. [2]

4.2.1 Volné diterpeny

Diterpeny kafestol, kahweol a 16-O-methylkafestol jsou v jejich volné formě obsaženy v kávovém oleji pouze jako minoritní složky. Stanovení jejich množství vyžaduje efektivní oddělení od hlavních složek lipidové frakce, jmenovitě estery diterpenů a triacylglyceroly, které narušují analýzu. V *Coffea arabica* byl zjištěn obsah volného kafestolu a kahweolu kolem 50–200 mg na kilogram suchého materiálu. Obsah volného kafestolu je vyšší než

obsah volného kahweolu. V *Coffea canephora* var. *robusta* je obsah volného kafestolu okolo 50–100 mg na kilogram kávy, tj. mírně vyšší než obsah 16-O-methylkafestolu, jehož obsah je 10–50 mg na kilogram. Podíl volných diterpenů s celkovým obsahem každého z nich je menší než 3,5 %. Na obsah volných diterpenů mají vliv odlišné podmínky skladování a také napařování. Během suchého a studeného skladování zelených zrn se obsah kafestolu mírně zvýšil. Vyšší hladina kafestolu je při mokřém skladování od 25–40 °C. Odlišné hodnoty v hladinách kafestolu jsou způsobeny aktivitou lipáz. Studené teploty a nízký obsah vody v zrnech enzym reverzibilně inhibují. Napařováním kávových zrn před pražením může být obsah jednotlivých volných diterpenů změněn v závislosti na požitých parametrech při napařování. Koncentrace pražících složek kafestolu, kahweolu, dehydrokafestolu a dehydrokahweolu se snižuje s dobou úpravy. V kávě napařované po dobu 120 minut byl obsah volného kahweolu pod detekčním limitem s 0,01 mg na gram tuku. To znamená, že volný kahweol byl zcela rozložen intenzivním napařováním. Lze říci, že nedostatek volného kahweolu je objektivním ukazatelem pro napařování. Naneštěstí, káva, která je napařována po dobu 120 minut není přijatelná pro spotřebitele. [2]

4.2.2 Estery diterpenových mastných kyselin

Od roku 1987 bylo objeveno pouze několik esterů s různými mastnými kyselinami. Použitím gelové permeační chromatografie byly estery diterpenů izolovány společně s estery sterolu, které mohou být odstraněny použitím extrakce na pevné fázi. Byly izolovány estery kafestolu s mastnými kyselinami jako je kyselina myristová, palmitová, stearová, olejová, linolová, linolenová, arachová, behenová a lignocerová. Také byly izolovány estery kafestolu s kyselinou eikosenovou a některými kyselinami s lichým počtem uhlíků. Jednotlivé estery diterpenů jsou přítomny v kávovém oleji v neobvyklém množství. Estery s mastnými kyselinami s lichým počtem uhlíků jsou přítomny pouze jako minoritní složky, zatímco diterpeny esterifikovány palmitovou, linolovou, olejovou, stearovou, arachovou a behenovou kyselinou existují ve větším množství. Součet těchto šesti diterpenů tvoří 98 % příslušných diterpenů. Celkový obsah těchto šesti esterů kafestolu je v součtu v rozmezí od 9,4 do 21,2 gramů na kilogram suché hmotnosti v *Coffea arabica* a 2,2 až 7,6 gramů na kilogram suché hmotnosti v *Coffea canephora* var. *robusta*. [2]

4.2.3 Diterpeny v lipidové frakci pražených káv

Během pražení je vytvořena celá řada nových diterpenových sloučenin. V pražené kávě byly identifikovány dva produkty rozkladu kafestolu a kahweolu a to dehydrokafestol a dehydrokahweol. Množství obou složek se zvyšuje se zvyšováním se teplot pražení, ale také záleží na obsahu kafestolu a kahweolu i v zelených kávovníkových zrnech. Další dva produkty rozpadu kafestolu a kahweolu jsou kafestal a kahweal. Tyto produkty byly objeveny v nezměditelné hmotě pražených káv v množství méně než 0,6 mg na gram tuku pro kafestol. Nedávno byly v pražených kávách objeveny a objasněny pomocí hmotnostní spektrometrie a několika NMR spektroskopických metod dva nové diterpeny isokahweol a dehydroisokahweol. V pražených kávách jsou hlavní části kafestolu, kahweolu a 16-O-methylkafestolu stále esterifikovány, ačkoliv stabilní chování esterů mastných kyselin těchto tří diterpenů je vcelku odlišné. Zkouška esterů 16-O-methylkafestolu prokázala, že jsou zcela jistě stabilní během pražení a přiměřené rozdělení pro jednotlivé estery diterpenů zůstává téměř stejné. Naproti tomu obsah diterpenových esterů kafestolu a kahweolu se zmenšuje vlivem teploty pražení s jen malou změnou v rozložení. Bylo dokázáno, že kafestol byl také dehydratován také v estery mastných kyselin. [2]

4.2.4 Diterpeny v kávových nápojích a zdravotní aspekty

Prostřednictvím pití speciálně připravené kávy se může zvýšit hladina cholesterolu v krvi. Tento efekt je způsobený lipidy přítomnými v kávové směsi. Původně byly za tento efekt zodpovědné triglyceridy, ale bylo zjištěno, že to jsou diterpeny, speciálně kafestol a kahweol, oba ve volné formě a jako estery kyseliny palmitové, které ovlivňují hladinu cholesterolu v krvi. Ostatní diterpeny zatím nebyly testovány. Diterpeny mají také pozitivní účinky. Kafestol stimuluje aktivitu glutathion-S-transferázy, díky které je zrychlen rozpad xenobiotik. Použitím příkladu esterů 16-O-methylkafestolu bylo dokázáno, že lipofilní diterpenové estery přechází do výluhu kávy a jsou dokonce detekovatelná v zrnech instantní kávy. [2]

4.3 Aromatické sloučeniny

Obsah aromatických sloučenin je důležitý pro vzorky, které se používají jako přírodní příchuť pro potravinářský průmysl. Pomocí superkritické fluidní extrakce byly ve vzorcích kávového oleje zjištěny tyto sloučeniny:

Tabulka 5: Aromatické sloučeniny obsažené ve vzorcích kávového oleje

Název sloučeniny	Obsah v procentech
Furany	21,7–9,6
Pyraziny	12,5–22,9
Ketony	5,0–17,1
Fenoly	6,5–17,1
Pyrroly	7,7–12,5
Pyridiny	2,2–3,2
Laktony	2,2–3,7
Thiofeny	2,4–3,2
Thiazoly	2,2–2,5
Karboxylové kyseliny	2,6–7,7

Z tabulky 2 lze vyčíst, že furany jsou hlavním typem sloučenin přítomných ve vzorcích kávy. Déle jsou následovány ketony, pyraziny, pyridiny a pyrroly. Furany vznikají tepelnou degradací cukrů. Nejvíce zastoupeným furanem byl furanmethanol. Skupina pyrazinů byla druhou skupinou sloučenin v důležitosti v kávovém oleji, která přispívá k aromatu a arašídové či ořechové příchuti v pražené kávě. Nejvíce zastoupená byla sloučenina 2-ethyl-3-methylpyrazin. Těkavá frakce kávového oleje získaná pomocí superkritického oxidu uhličitého obsahuje komplexní skupinu chemických sloučenin podílejících se na chuti a vůni pražených zrn a kávových nápojů. [3]

4.4 Nezmýdelnitelná část kávového oleje

Kávový olej obsahuje nezvykle velké množství nezmýdelnitelných látek. Jedná se o nežádoucí látky, proto je nutné je před použitím oleje odstranit. Žádný ze způsobů rafinace nevede k uspokojivému odstranění nezmýdelnitelných látek. Vhodným způsobem je molekulární destilace, kde je vzorek rozdělen na frakce. [4]

5 VADNÉ KÁVOVÉ ZRNA

Vadná kávová zrna jsou přítomna v kávě díky praktikám sklizně a zpracování. V současné době tyto vadné zrna tvoří asi 20 % celkové produkce kávy. Vadná kávová zrna jsou zodpovědná za znehodnocení kvality pražené kávy. Alternativní využití pro vadné kávové zrna může být extrakce oleje a jeho následné využití v potravinářském a farmaceutickém průmyslu. [7]

5.1 Rozdíl ve složení mastných kyselin

Mezi obsahem oleje v pražených zdravých a vadných kávových zrnech nebyl významný rozdíl. Žádné významné rozdíly nebyly zjištěny ani ve složení a množství mastných kyselin. Kyselina linolová a kyselina palmitová jsou zastoupeny ve větším množství s průměry 44 % a 34 %. Vzorok oleje dále obsahovaly kyselinu olejovou se zastoupením okolo 9 % a kyselinu stearovou 7 %. Nízké zastoupení měla kyselina arachidonová (3 %), dále kyselina linolenová (1,5 %) a kyselina behenová (0,7 %). Kyselina myristová a palmitoolejová jsou zastoupeny pouze ve stopových množstvích. [7]

6 VYUŽITÍ KÁVOVNÍKOVÉHO OLEJE

Použitá kávová zrna a zelená kávová zrna, které jsou průmyslovými vedlejšími produkty zpracování kávy, mají potenciální využití pro kosmetické aplikace díky jejich bezpečnosti a jejich zajímavým fyzikálně-chemickým vlastnostem. Vhodnými aplikacemi pro tyto dílčí produkty by mohly být prostředky na ochranu proti slunečnímu záření ve formě emulzí vody v oleji, protože poskytují vyšší ochranný faktor proti slunečnímu záření (SPF) pro stejnou koncentraci opalovacích krémů než emulze olej ve vodě. [10]

Odpad z použité kávy (SCG), což jsou zbytky získané po úpravě kávy horkou vodou nebo párou, lze použít pro průmyslové aplikace jako je např. výroba bionafty vysoké kvality. Vzhledem ke svému vysokému obsahu lipidů, zejména mastných kyselin, však může SCG nalézt vhodné použití v kosmetických prostředcích, kde tyto lipidové sloučeniny mohou být použity jako cenné pomocné látky. Tudíž lipidová frakce SCG extrahovaná sCO₂ může být použita při vývoji nových, zlepšených krémů proti slunečnímu záření. V průměru se pětina brazilské produkce kávy skládá z vadných fazolí a bylo vyvinuto několik studií s cílem nalézt alternativní použití pro vedlejší produkt, včetně kosmetické aplikace extrahovaného oleje. [10]

6.1 Opalovací přípravky

Účinnost opalovacích přípravků byla uznána za důležitý problém veřejného zdraví a je obvykle vyjádřena faktorem ochrany před sluncem (SPF), který se vypočítá jako poměr mezi UV zářením potřebným k vytvoření minimální erytérové dávky chráněné a nechráněné kůže. Pro zmírnění účinků UV záření jsou v přípravcích pro ochranu proti slunečnímu záření obsaženy UV filtry. UV filtry mohou být rozděleny do dvou skupin:

- Chemické filtry – absorbují UV záření
- Fyzikální filtry – odrážejí UV záření

Opalovací krémy jsou obvykle založeny na syntetických chemikáliích a vysokou kapacitou absorbovat sluneční světlo v oblasti UVB (320–290 nm) a UVA (400–320 nm) spektra. Několik syntetických molekul UV filtrů (např. benzofenony, deriváty PABA, salicyláty, cinnamáty a deriváty kafry) jsou dostupné jako fotoprotektivní činidla, ale vzhledem k jejich škodlivým účinkům jsou stále méně populární. Hlavním problémem chemických látek jsou fotoiritace, fotosenzibilizace a kontaktní dermatitida. Snížení koncentrace takových chemikálií v kosmetice je strategií ke zlepšení jejich vlastností. [10]

V posledních letech přitahují přírodní látky díky své bezpečnosti, biologickým účinkům na kůži a nákladové efektivnosti značnou pozornost. Olejovitý nosič s antioxidační aktivitou by proto mohl být dobrou alternativou díky účinnosti produktu zlepšením fotoprotektivní aktivity. Kromě toho nejsou přírodní látky obecně škodlivé pro člověka, nejsou drahé, jsou získávány z obnovitelných zdrojů a jsou vhodné pro použití v široké škále aplikací. Potenciálními kandidáty by mohly být zelený kávový olej a olej z použité kávy, protože jsou tyto látky bohatým zdrojem antioxidantů a polyfenolů. Fenolové sloučeniny jsou látky, které sloužící k prevenci škodlivých účinků UV záření na kůži. [10]

Oxid titaničitý je začleněn do přípravků na ochranu před slunečním zářením, protože je považován za bezpečný a účinný, čímž přináší dvě nejžádanější vlastnosti na kosmetickém trhu. Zavedení ZnO potom zajišťuje odpovídající ochranu v rozsahu UVA. Částice ZnO jsou účinné jako antibakteriální a fungicidní látky. [10]

Částice TiO_2 mohou být také použity jako pevné částice pro stabilizaci emulzí bez povrchově aktivních látek stabilizovaných pevnými částicemi. Tento typ emulzí má významné výhody oproti klasickým emulzím na bázi PAL jako je vyšší odolnost vůči koalescenci v důsledku zlepšené stability. Stabilizace kapek emulze probíhá adsorpcí pevných částic na povrch kapek emulze. Tento adsorpční mechanismus je ve srovnání s tenzidy zcela odlišný, protože částečné smáčení povrchu pevných částic vodou a olejem je důvodem silného ukotvení těchto částic na rozhraní olej-voda. [10]

6.1.1 Olej ze zelených kávových zrn

Výběr zrn pro výrobu nápojů je založen pouze na jejich vysoké kvalitě. Velké množství, okolo 15 % hm., vykazuje nízkou kvalitu u nápojů, což představuje pokles příjmů. Tato zrna jsou však bohatým zdrojem oleje ze zelených kávových zrn, který pokud je extrahován, popř. mechanicky lisován, může být klidně použit pro nové aplikace. Olej ze zelených kávových zrn (GCO) je potenciálním přírodním produktem pro aplikace ve zdravotnických přípravcích. GCO je možno použít jako přírodní složku do přípravků na ochranu proti slunečnímu záření. Zvyšuje účinnost a chrání kůži před jejím poškozením. Přípravky pro ochranu kůže jako jsou opalovací krémy by měly být schopny předcházet škodlivým účinkům na pokožku, včetně rakovin způsobených UV zářením. Chronické vystavení UV záření je nejdůležitějším faktorem pro kožní onemocnění jako jsou vrásky, šupinatění, suchost a změny pigmentace kůže. Kromě biologické aktivity nejsou přírodní produkty obecně pro člověka škodlivé, nejsou drahé a mají využití v širokém spektru produktů. Olej ze zelených

kávových zrn je stejně jako SCG potenciální kandidát na náhradu syntetických chemikálií, protože je také bohatý na antioxidanty a polyfenoly. GCO tvoří stabilní vodné emulze a v jeho složení nejsou žádné těkavé chemikálie, což jsou základní požadavky na kosmetické aplikace jako jsou přípravky proti stárnutí. Vysoký obsah vosku a nenasycených mastných kyselin má za následek vysokou kvalitu kosmetiky. GCO má také synergický účinek. Pokud je spojen s běžným syntetickým opalovacím krémem, faktor SPF se zvyšuje až o 20 %. Nemá také cytotoxický účinek na kůži ani na jaterní buňky. [11]

ZÁVĚR

V rámci této bakalářské práce byly popsány rozdíly mezi suchým a mokrým zpracováním kávovníkových zrn. Suchým způsobem jsou získávány zrna, ze kterých následně vzniká méně kvalitní káva než káva získaná mokrým způsobem a to na základě toho, že kávové zrna nejsou tříděna podle stupně zralosti.

Z celkového obsahu lipidů v kávových zrnech převažuje kávový olej nad kávových voskem. Izolace kávového oleje byla popsána pomocí Soxhletovy extrakce a superkritické fluidní extrakce. U Soxhletovy extrakce je nutno zohlednit výběr rozpouštědla, naopak u superkritické fluidní extrakce jsou rozhodujícími faktory tlak a teplota. Záleží také na materiálu, ze kterého je olej získáván. Výtěžnost oleje však byla vyšší u Soxhletovy extrakce.

Bylo také popsáno zastoupení mastných kyselin. Byla použita separace mastných kyselin pomocí chromatografie. Nejvíce zastoupená mastná kyselina byla kyselina linolová, která byla následována kyselinou palmitovou. Na rozdíl od ostatních jedlých olejů je zde kyselina linolová poměrně ve vysokém množství. Ze sloučenin diterpenů byly nejvíce zastoupeny kafestol a kahweol. Co se týká aromatických sloučenin obsažených v kávových zrnech, je nejvíce zastoupena skupina furanů. Na rozdíl od jiných olejů obsahuje kávový olej velkou část nezmýdelnitelného materiálu. Ten je však nutno pro další použití odstranit.

Využití kávového oleje je především v kosmetickém a potravinářském průmyslu. V kosmetickém průmyslu je to zejména na přípravky na ochranu před sluncem. Kávový vosk se také využívá jako přírodní antioxidant a zdroj serotoninu.

SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

- [1] AUGUSTÍN, Jozef. *U kávy o kávě a kávovinách*. Přeložil Katarína KAŠPÁRKOVÁ KOIŠOVÁ, přeložil Ondřej ELBEL. V Brně: Jota, 2016. ISBN 978-80-7462-850-4.
- [2] SPEER, Karl a Isabelle KÖLLING-SPEER, 2006. The lipid fraction of the coffee bean [online]. (18), 201-216 [cit. 2019-04-24]. Dostupné z: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1677-04202006000100014
- [3] HURTADO-BENAVIDES, Andrés, Daniela DORADO a Andrea DEL PILAR SÁNCHEZ-CAMARGO, 2016. Study of the fatty acid profile and the aroma composition of oil obtained from roasted Colombian coffee beans by supercritical fluid extraction [online]. (113), 44-52 [cit. 2019-05-08]. Dostupné z: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0896844616300456>
- [4] KHAN, N. A. a J. B. BROWN, 1953. The composition of coffee oil and its component fatty acids [online]. 606-609 [cit. 2019-05-16]. Dostupné z: <https://link.springer.com/article/10.1007/BF02640975>
- [5] SCHUETTE, H. A., Milford A. COWLEY a Chang Y. CHANG, 1934. The characteristics and composition of coffee bean oil [online]. (56), 2083-2086 [cit. 2019-05-17]. Dostupné z: <https://pubs.acs.org/doi/abs/10.1021/ja01325a024>
- [6] ŠALMÍKOVÁ, Nikoleta, 2018. Ďalšie kroky za skvelou kávou. Academy of coffee [online]. Sered' [cit. 2019-04-18]. Dostupné z: <http://www.academyofcoffee.sk/dalsie-kroky-za-skvelou-kavou/#more-7191>
- [7] OLIVEIRA, Leandro et al., Proximate composition and fatty acids profile of green and roasted defective coffee bean [online]. (39), 235-239 [cit. 2019-05-09]. Dostupné z: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0023643805000174>
- [8] Druhy kávy [online], 2015. [cit. 2019-05-11]. Dostupné z: <http://www.druhykavy.cz/robusta/>
- [9] ŽELIEZKO, Petr, CK Mundo: Kávovník arabský [online]. [cit. 2019-05-01]. Dostupné z: <https://www.mundo.cz/kavovnik-arabsky>

- [10] GALDORFINI CHIARI, Bruna et al., 2014. Synergistic effect of green coffee oil and synthetic sunscreen for health care application [online]. (52), 389-393 [cit. 2019-05-14]. Dostupné z: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0926669013006328>
- [11] MARTO, J. et al., 2016. The green generation of sunscreens Using coffee industrial sub-products [online]. (80), 93-100 [cit. 2019-05-07]. Dostupné z: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S092666901530532X>
- [12] Extrakce superkritickým oxidem uhličitým CO₂, 2019. Mynatureproduct [online]. San Jose: MyNatureProduct.com [cit. 2019-05-11]. Dostupné z: <http://mynatureproduct.com/extrakce-superkritickym-oxidem-uhlicitym-co2.html>
- [13] HOSKOVEC, Ladislav, 2011. Botany.cz: Coffea arabica [online]. [cit. 2019-05-17]. Dostupné z: <https://botany.cz/cs/coffea-arabica/14> Sun protection factor, content and composition of lipid fraction of green coffee beans
- [15] KELE, M. a R. OHMACHT, 1996. Determination of serotonin released from coffee wax by liquid chromatography [online]. (730), 59-62 [cit. 2019-05-01]. Dostupné z: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/8680597>
- [16] 16-O-Methylcafestol [online], 2019. Darmstadt [cit. 2019-05-19]. Dostupné z: <https://www.sigmaaldrich.com/catalog/product/sial/68328?lang=en&ion=CZ>

SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK

g	gram
GCO	olej ze zelených kávových zrn
mg	miligram
MPa	megapascal
nm	nanometr
NMR	nukleární magnetická rezonance
PABA	kyselina paraaminobenzoová
PAL	povrchově aktivní látky
SCG	spent coffee grounds
sCO ₂	superkritický oxid uhličitý
SFE	superkritická fluidní extrakce
SPF	sun protection factor
TAG	triacylglyceroly
TiO ₂	oxid titaničitý
UV	ultrafialové záření
ZnO	oxid zinečnatý
°C	stupeň Celsia
%	procento

SEZNAM OBRÁZKŮ

Obrázek 1: Strom kávovníku [8].....	10
Obrázek 2: Porovnání kávových zrn rodů <i>Coffea arabica</i> a <i>Coffea canephora</i> var. robusta	11
Obrázek 3: Silueta keře <i>Coffea arabica</i>	11
Obrázek 4: Silueta keře <i>Coffea canephora</i> var. robusta.....	12
Obrázek 5: Pupy kávovníku [6].....	12
Obrázek 6: Rozkvetlý květ kávovníku [6].....	13
Obrázek 7: Struktura kafestolu [16]	19
Obrázek 8: Struktura kahweolu [16]	19
Obrázek 9: Struktura 16-O-methylkafestolu [16]	19
Obrázek 11: GC chromatogramy methylesterů volných mastných kyselin [2].....	24

SEZNAM TABULEK

Tabulka 1: Rozdílné vlastnosti složení kávových zrn <i>Coffea arabica</i> a <i>canephora</i>	14
Tabulka 2: Složení lipidové frakce zelených kávových zrn	19
Tabulka 3: Podmínky a získaný výtěžek pomocí SFE	21
Tabulka 4: Zastoupení mastných kyselin v TAG v zelených kávových zrnech [%]	23
Tabulka 5: Aromatické sloučeniny obsažené ve vzorcích kávového oleje	27